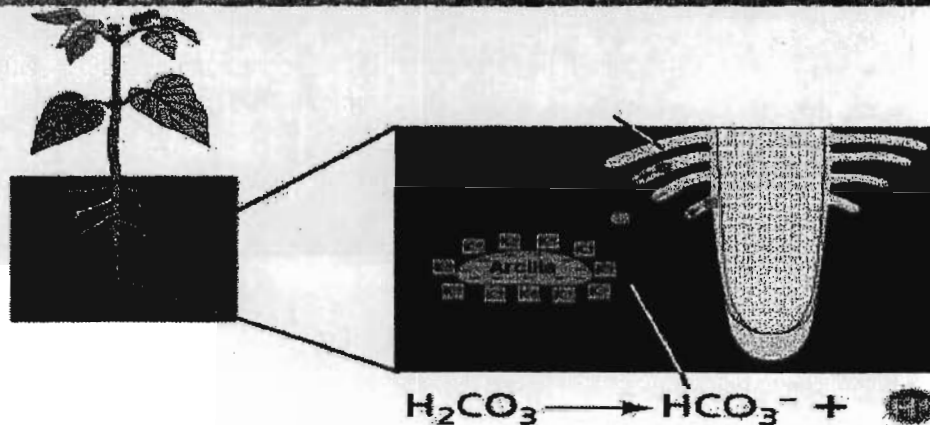
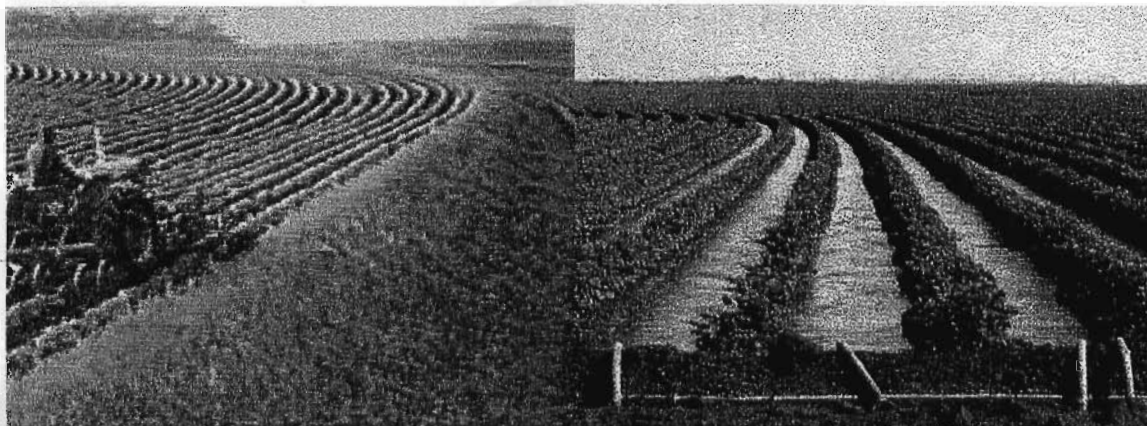


MANUAL DE:

CONSERVACIÓN DE SUELOS Y NUTRICIÓN VEGETAL

CONSERV

FAMILIA OCUPACIONAL PRODUCCIÓN AGRÍCOLA



**Instituto Nacional de
Formación Técnico Profesional**

Noviembre, 2004

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

Índice

Página

MODULO DE CONSERVACION DE SUELOS.....1

Problema del suelo.....1

Erosión.....1

Labores de cultivo inadecuadas.....2

Alto grado de lixiviación.....4

Altas temperaturas.....5

Periodos largos de sequía con largos periodos de lluvia.....6

Definición de suelo.....6

Objetivos de la conservación de suelos.....7

Practicas de conservación de suelos: prácticas mecánicas.....7

Prácticas de cultivo o vegetativas.....7

Medidas para conservar los suelos.....7

Efectos erosivos provocados por la lluvia, el viento y las corrientes de agua sobre el terreno.....9

Concepto de erosión.....15

Practicas mecánicas de conservación de suelos.....15

Prácticas de cultivo o vegetativas.....19

Arado y siembra a nivel (curvas de nivel).....28

Barreras muertas.....33

Barreras vivas de tierra.....36

Cultivo en callejones.....54

Abono verde.....56

Compostera.....57

Construcción y usos de estercoleros.....61

Abonos orgánicos: Bocashi.....65

Composición y uso del abono orgánico.....65

Madera triturada.....66

Formación del suelo.....70

Factor biótico.....71

Factores no bióticos.....71

MODULO DE NUTRICION VEGETAL I.....74

Definición de suelo.....74

El perfil del suelo.....74

Formación del suelo.....75

Textura de los suelos.....75

Estructura.....76

Relación suelos-plantas.....77

Muestreo de suelo.....79

Análisis de suelo.....80

Muestreo y análisis foliar.....82

Mecanismos de absorción de nutrientes.....83

Macronutrientes.....86

Micronutrientes.....86

Efecto del pH en la disponibilidad de los nutrientes (requerimientos del cultivo).....86

Carencias nutricionales.....87

Función del fósforo.....87

Función del nitrógeno.....88

Función del potasio.....89

Interpretación de análisis de suelo.....90

MODULO NUTRICION VEGETAL II.....93

Tipos de fertilizantes.....93

Manufactura de fertilizantes.....94

Fertilizantes simples.....98

Fertilizantes compuestos.....98

MANUAL DE:
CONSERVACIÓN DE SUELOS
Y NUTRICIÓN VEGETAL
FAMILIA OCUPACIONAL PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

Instituto Nacional de Formación Técnico
Profesional. Sub-Dirección Técnica
Gerencia de Formación Profesional
Departamento de Desarrollo Tecnológico y Docente.
Manual de formación de Conservación de Suelos y Nutrición
Vegetal. Familia Ocupacional Producción Agrícola
INFOTEP, 2004.
131 p. -- (Manual Nacional de Formación).

Fertilizantes complejos.....	98
Forma de aplicación de fertilizantes.....	100
Daños al ambiente por uso de fertilizantes.....	101
Usos compost.....	111
Estiércol.....	113
Aplicación del compost.....	114
Formas de aplicación compost.....	117
Métodos básicos de irrigación.....	118
Gravedad.....	118
Riego por Goteo.....	119
Riego por aspersión.....	120
Los sistemas de riego por microaspersión y microjets.....	128
Bibliografía.....	130
Créditos.....	131

INTRODUCCIÓN

El presente Manual de CONSERVACIÓN DE SUELOS Y NUTRICIÓN VEGETAL correspondiente a la Modalidad de Formación Dual Técnico, tiene como objetivo fundamental, orientar y capacitar a todas aquellas personas que cursan esta modalidad de ejercicios prácticos correspondientes, para que él o la participante pueda sentirse capacitado para realizar prácticas sobre conservación de suelo y nutrición vegetal.

Sus partes están orientadas para que su contenido tenga coherencia temática con relación a los programas que sustentan el mismo. El propósito de este manual está orientado a servir de apoyo, a fin de que él o la participante adquieran por sí mismo, unos conocimientos teóricos-prácticos que sirvan de base a los trabajos de sesiones enseñanza-aprendizaje.

El objetivo general nos permite una visión clara de las metas propuestas; el participante tiene la oportunidad de cooperar en lo posible para que el mismo se cumpla cabalmente.

MODO DE USAR ESTE MANUAL :

- Haga una lectura del contenido para familiarizarse con el mismo.
- Estudie detenidamente cada aspecto del contenido, de modo que pueda concebir claramente los conceptos planteados.
- Recuerde que estudiar, "es hacer suyo los conceptos que se encuentran en el párrafo leído, para lo cual necesita concentrar toda su atención y razonar todo lo leído".
- Recuerde que razonar es comparar ; asociar cada concepto con los ya adquiridos en aprendizajes anteriores.
- No pase a otro párrafo si no sabe bien el párrafo presente.

COMO ORIENTARSE CON LAS ILUSTRACIONES

En todo el desarrollo del manual encontrará varias ilustraciones con figuras y esquemas de objetos relacionados con el tema; ilustraciones prácticas, de gran importancia para su formación.

Observe detenidamente cada una de sus partes relacionándolas con los conocimientos que posee ; de esta manera consolida su aprendizaje, tendrá mayor claridad y estará revestido de seguridad para recordar y aplicar con precisión lo aprendido, en el momento oportuno.

1. The first part of the report is a general introduction to the project, which includes the objectives, scope, and methodology. This section also provides a brief overview of the research area and the specific problem being addressed.

los trabajos de revisión correspondiente.

FAUWAG 573: 2A30-2C300

- El presente documento es propiedad de la Universidad de la Habana y no debe ser distribuido fuera de ella.

CONFIDENTIAL

MODULO DE CONSERVACION DE SUELOS

Problemas del suelo

Erosión

La erosión es un proceso natural por el cual las corrientes de agua o el viento arrastran parte del suelo de un lugar a otro. Es un proceso muy útil porque permite se desplacen materiales de unos suelos a otros que recuperan fertilidad con estos aportes (erosión natural). La erosión es un problema cuando se acelera, con lo cual los materiales perdidos no se recuperan en las zonas erosionadas y en las zonas que reciben los aportes no son aprovechados o se pierden, o cuando por causas ajenas al propio medio aparece en puntos que no deberían de erosionarse (erosión antropogénica o producida por el hombre).

La erosión es uno de los problemas ambientales que más preocupa a los científicos, gobernantes y ciudadanos. Sus consecuencias son catastróficas y buena prueba de ello es el crecimiento de los desiertos (proceso de desertización). La erosión una vez que ha alcanzado el punto culminante de su evolución es prácticamente irreversible a escala humana, conseguir que un desierto vuelva a ser suelo fértil es una tarea de siglos o milenios. En cambio conseguir que los suelos fértiles se degraden (pérdida paulatina de su capacidad para producir alimentos o bienes) puede tomar muy poco tiempo, basta una lluvia no excesivamente fuerte sobre una ladera desprovista de vegetación, para que el proceso de la erosión se inicie.

La erosión es especialmente preocupante por que afecta a uno de los elementos básicos para la vida, la fertilidad de los suelos. El suelo es el lugar sobre el que se desarrollan la mayor parte de las actividades humanas y es el lugar sobre el que se

asientan las plantas que son la base de nuestra alimentación. Los daños que la erosión produce en el suelo son también peligrosos porque disminuyen su capacidad para retener agua y recargar (manar agua hacia ellos) los acuíferos de los que nos abastecemos. Además, la presencia de suelos erosionados aumenta el riesgo de las riadas e inundaciones que tantos daños causan en algunas regiones.

La erosión puede tener varios orígenes o causas y cuando nos encontramos frente a un proceso erosivo es por la combinación de varias de esas causas y no solo por unas de ellas. Aunque estos procesos pueden ser naturales, casi siempre encontramos la mano del hombre en su desencadenamiento. Nunca ha sido tan verdad como hoy la frase de que "los bosques precedieron la civilización, los desiertos la siguieron"

Deforestación: Un suelo desprovisto de vegetación no está cohesionado. Las raíces de las plantas sujetan el suelo que se encuentra a su alrededor. Cuando un suelo pierde la mayor parte de sus plantas por un incendio, por una tala abusiva, por el sobrepastoreo, por una obra pública mal diseñada, etc. la velocidad de la erosión aumenta. Ciertos tipos de agricultura, como algunos monocultivos que cubren poco el suelo destruyen parcialmente o enteramente el pabellón protector de la vegetación y aceleran grandemente la erosión de ciertas clases de suelos. La erosión es menos severa con las cosechas, que cubren la tierra uniformemente, que con las cosechas tales como maíz y tabaco, que se cultivan en hileras.

Inadecuadas practicas agrícolas pueden ocasionar que la erosión se acelere y se convierta en un grave problema, se ha comentado que el sobrepastoreo en algunas zonas puede ser peligroso, otras practicas también pueden serlo como el arar siguiendo las pendientes de las montañas con lo cual además de dejar

el suelo suelto lo dejamos en el sentido que es más fácil que el agua lo arrastre.

Las sequías: El descenso de las precipitaciones provoca que los suelos se queden sueltos por la muerte de parte de las plantas que los sustentan y la disminución de la humedad. Muchas de nuestras sequías son más el resultado de una sobre explotación de nuestros recursos hídricos que el resultado de falta de precipitaciones. Por lo tanto el derroche de agua es una causa directa del problema.

Erosión hídrica. Las gotas de agua pueden ser un problema para los agricultores cuando los cultivos no cubren completamente el suelo. Con un impacto de hasta 48 km por hora las gotas de una lluvia eliminan la semilla y salpica el suelo en el aire. Si los campos están en una cuesta, el suelo salpica cuesta abajo lo que causa la deterioración de la estructura del suelo (arreglo de las partículas arena, limo y arcillas del suelo). Una vez que el suelo se ha separado por las gotas de lluvia se mueve más fácilmente que el no separado.

Erosión eólica: a diferencia de la producida por el agua, no puede ser dividido en tales tipos distintos. Puede ocurrir sobre todo en áreas planas, secas y suelos arenosos húmedos. En la superficie del suelo, la erosión del viento quita el suelo y la vegetación natural, y causa sequedad y la deterioración de la estructura del suelo. La textura superficial sirve para medir el potencial de erosión por el viento. Arenas, y arenas finas se pueden separar y soplar fácilmente lejos por el viento. Los suelos francos arenosos son también vulnerables, si bien no son tan susceptibles a la erosión del viento como los suelos previamente mencionados. Los suelos francos, francos arcillosos y arcillosos no son dañados por el viento, a **menos que** estén localizados en llanos anchos y extensos.

Labores de cultivo inadecuadas

Las prácticas inadecuadas de labranza a los suelos, han conllevado al empobrecimiento de la capacidad productiva de los suelos, debido a la aparición de fenómenos como la erosión y la compactación, entre otros. Se ha demostrado que el establecimiento de aquellas prácticas de preparación que tienden a reducir al mínimo las labores es mucho más beneficioso en comparación con las tecnologías tradicionales.

Varios factores tienen considerable influencia en la obtención de una alta producción de un cultivo a menores costos; las tecnologías, el medio, y el hombre. Un uso incorrecto de las tecnologías conduce indiscutiblemente al aumento de los costos de producción y al deterioro del medio. Para tener una idea, un producto puede tener un precio poco variable en tanto que los insumos de maquinaria, mano de obra, así como el aumento del deterioro de los suelos aumentan. De aquí la importancia que tiene, para producir elevadas cantidades del producto de forma competitiva, incrementar cada vez más los rendimientos a menos costos, utilizando nuevas variedades y haciendo uso del buen manejo de las mismas; uso eficiente de los fertilizantes, herbicidas; así como, de la correcta utilización de la maquinaria agrícola y de los sistemas de preparación de suelos.

Este último aspecto, que es el conjunto de actividades que deben conducir, a través del tiempo, a un suelo ideal para el desarrollo de las raíces de las plantas, permitiendo alcanzar su potencial genérico sin restricciones lo que constituye uno de los principales factores, que causa la degradación de la tierra debido a la aplicación de prácticas de labranza inadecuadas. Este problema también está conduciendo a un rápido deterioro físico, químico y biológico de los suelos, afectando los resultados productivos.

Anteriormente se consideraba la necesidad de mullir bien el suelo, haciendo uso de diferentes implementos agrícolas (arados y rastras) con el fin de alcanzar las exigencias del cultivo en dependencia de las condiciones del medio en que éste se desarrollaba; permitiendo así, un adecuado lecho de siembra para el buen crecimiento de las plantas. El desarrollo de la ciencia y la técnica ha demostrado que, aunque sean necesarias, estas prácticas de labranza han conducido a una indiscriminada explotación del recurso suelo; donde en algunos casos, con el transcurso del tiempo, la zona de germinación de la semilla se ha visto afectada por el constante uso y abuso de la mecanización de las labores.

Frecuentemente, la preparación de suelos se realiza a base de éstos implementos (labranza tradicional). El uso intensivo de éstos, conjuntamente con el fuego, ha sido históricamente uno de los procesos más degradativos del empobrecimiento de los suelos debido a la pérdida de la materia orgánica.

En los trópicos la materia orgánica tiene un papel preponderante en la fertilidad de un suelo. Un suelo con valores altos de materia orgánica producirá rendimientos mucho mayores que el mismo suelo con valores bajos de este elemento.

La materia orgánica del suelo es probablemente una de las características más importantes relacionadas con la calidad del suelo, debido a su influencia sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Debido a que la capacidad de intercambio catiónico (capacidad de intercambio catiónico: los nutrientes se encuentran en el suelo en forma de iones, los cuales tienen carga positiva o negativa (los de carga positiva se llaman cationes; los de carga negativa, aniones). Las partículas de arcilla y los

coloides orgánicos tienen carga negativa en su superficie y atraen y retienen (débilmente) los iones con carga positiva. Algunos cationes son retenidos más fuertemente que otros, lo que hace más difícil su lixiviación por acción del agua. Los iones hidrógeno (de carga positiva) constituyen un subproducto de las raíces y de los organismos del suelo. Las raíces intercambian iones hidrógeno por otros nutrientes con carga positiva. La capacidad de intercambio catiónico o intercambio de base está determinada por la capacidad de retención de la arcilla o del humus. Cuanto mayor es dicha capacidad de retención mayor es la capacidad de intercambio catiónico) de los suelos tropicales es muy baja, la materia orgánica tiene una importancia mucho mayor como almacenadora de nutrientes en los trópicos. Así el efecto añadir fertilizantes minerales es grandemente disminuido cuando no se agrega al mismo tiempo materia orgánica.

Por lo expuesto podemos afirmar, que cualquier sistema de producción agrícola que no agregue suficientes cantidades de materia orgánica y/ o que disminuya paulatinamente el contenido de materia orgánica del suelo por debajo de un nivel adecuado, es inapropiado para una adecuada producción de cultivo, lo que ocasiona la degradación de los suelos y no la sostenibilidad del proceso productivo.

La preparación del suelo tiene como consecuencia la rápida mineralización de la materia orgánica de la reserva del suelo, liberando nitrógeno que queda a disposición de las plantas. Esto puede llevar durante pocos años a un aumento del rendimiento de los cultivos. Sin embargo, si se realiza la preparación del suelo en condiciones favorables para la mineralización de la materia orgánica (calor, humedad, buena aireación), y se lo deja en barbecho (desnudo), se pierden valiosas reservas de nitrógeno por lixiviación (lavado las partes profundas del suelo), sin que los cultivos puedan utilizarlas.

Una vez que se ha consumido la materia orgánica, no puede ser liberado más nitrógeno y los rendimientos de los cultivos permanecen bajos. El resultado es un suelo agotado y cansado, al que le falta la tan indispensable materia orgánica (Materia orgánica: el porcentaje de materia orgánica en el suelo varía entre el 1 y el 5 por ciento. Se compone de organismos vivos del suelo y de humus muerto en descomposición).

Para evitar la disminución del contenido de materia orgánica del suelo es necesario:

Eliminar la preparación excesiva del suelo y practicar una agricultura basada en la cobertura permanente del suelo, como por ej., la Siembra Directa.

Sembrar abonos verdes que retornen al suelo la cantidad de materia orgánica consumida y mantengan el suelo cubierto en las épocas en que no crecen cultivos.

Practicar la rotación de cultivos, con inclusión de especies productoras de grandes cantidades de materia orgánica (ej.: maíz); y

Eventualmente fertilizar con nitrógeno.

Una combinación, o la suma de las medidas descritas, tendrán mejores posibilidades de éxito. Sin embargo, es conveniente recordar que la restitución de la fertilidad de un suelo pobre es un proceso lento, que solamente presentará resultados positivos después de varios años de persistencia. Lo mejor es manejar bien el suelo y no permitir una situación en que las reservas de materia orgánica se agoten y el suelo muestre síntomas de suelo cansado.

Alto grado de lixiviación

La lixiviación (lavado y arrastre por el agua) de nutrientes en profundidad,

fuera del alcance de las raíces, es poco significativa en cultivos de secano, las zonas más propensas a la lixiviación son los centros de las hileras, donde hay menos raíces. En cultivos bajo riego o en zonas de alta precipitación estas pérdidas son mucho mayores.

En muchos suelos el agotamiento de nitrógeno y potasio es mas alto que de fósforo. Las pérdidas de nitrógeno y potasio se producen principalmente por lixiviación (paso de nutrientes de sitios donde las plantas pueden usarlos a zonas del suelo donde no pueden), y erosión del suelo. Estos problemas del suelo provienen sobre todo de cultivos continuos de cereales sin rotación con leguminosas, prácticas inapropiadas de conservación del suelo y falta de fertilizantes.

El aumento de la cantidad de nutrientes que reciben algunos suelos proviene principalmente de la aplicación de fertilizantes minerales, el depósito de nutrientes y la fijación de nitrógeno. La falta de nutrientes puede indicar que no se aplican en cantidad suficiente. Los fertilizantes tienden a usarse sobre todo en cultivos comerciales y en plantaciones por su alto índice de rentabilidad en la producción de cultivos de exportación. Los productos alimentarios reciben menos fertilizantes por causa de la relación desfavorable entre el cultivo y el precio del fertilizante y las restricciones financieras que sufren los agricultores.

Para mantener los actuales niveles de producción de cultivos sin agotar los nutrientes del suelo, el aumento del uso de fertilizantes minerales puede ser el punto central de la estrategia para equilibrar el agotamiento de nutrientes y mejorar la productividad del suelo, eso no significa que se deban aplicar más fertilizantes de los básicamente necesarios. En realidad, si se pasa de la cantidad recomendada para variedades menos sensibles y en sistemas de producción de cultivos mal manejados, puede haber elevadas pérdidas de nutrientes y bajos

rendimientos. Además, para lograr las metas previstas, el uso de fertilizantes se debe combinar con un amplio espectro de prácticas complementarias, como conservación del suelo, reciclaje de residuos de cultivos, buen manejo de las explotaciones ganaderas y uso de fertilizantes orgánicos. Esas prácticas podrían reducir hasta en 44% la cantidad necesaria de fertilizantes minerales para mantener el promedio de los rendimientos corrientes.

Relación entre riego y lixiviación de nutrientes. No se deben utilizar volúmenes de agua excesivos que sean superiores a las demandas del cultivo. Todo excedente generado se convertirá en aguas de percolación profunda que, a la postre, "arrastrará nutrientes" más allá de la zona radicular. En general, para regar es necesario conocer la capacidad de retención de agua del suelo y la demanda. Lo primero se obtiene mediante una caracterización físico-hídrica de los suelos a regar y lo segundo mediante datos meteorológicos o con una bandeja de evaporación. Por igual, un riego desuniforme ocasiona una desuniformidad en la fertilización, y conlleva sectores del campo con exceso de nutrientes (disponibles para lixiviación) y otros con deficiencia de ellos.

En condiciones de riego superficial, debe evitarse la erosión ya que las partículas de suelo "arrastran nutrientes", principalmente fósforo, el que es posteriormente descargado a cuerpos de agua como ríos o lagos, produciendo eutroficación (aumento de nutrientes en el agua).

El utilizar cultivos con diferentes profundidades de enraizamiento en una la rotación, permitirá extraer nitrógeno remanente del cultivo anterior desplazado verticalmente hacia otra interior del suelo. Ejemplo: después de un cultivo de papas bajo riego, debe utilizarse algún cereal.

Se debe evitar aplicar un riego muy profundo después de una fertilización nitrogenada, ya que una parte del nitrógeno liberado por el fertilizante podría ser lixiviado fuera de la zona de raíces. Esto significará pérdidas económicas y riesgo ambiental.

La utilización, en la medida de lo posible, de métodos de riego más eficientes en el uso del agua evitará excedentes de agua que contribuirán a la lixiviación de nutrientes. Cuando por razones económicas se deba privilegiar un método menos eficiente, éste debe diseñarse de forma tal de maximizar su potencial de eficiencia.

El encharcamiento o anegamiento de sectores del suelo conduce a maximizar la lixiviación de nutrientes en esas zonas, lo que redundará en el aumento de las cargas de nutrientes con potencial de ser lixiviado.

Como una norma, un suelo ubicado en una zona de altas precipitaciones, trae como consecuencias altos valores de lixiviación, los primeros nutrientes en ser llevados lejos de la zona de absorción de las raíces son: nitrógeno, seguido del potasio, sodio, calcio y magnesio.

Altas temperaturas

En general, la temperatura influye en el tipo de los cultivos que se practican y en la mayor o menor abundancia de la cubierta vegetal. Una misma cantidad de lluvia es más eficaz para el desarrollo de la vegetación cuando la temperatura es baja que cuando ésta es elevada.

Los cambios de temperatura influyen en la infiltración porque alteran la viscosidad del agua. Cuanto más alta es la temperatura, menor es la viscosidad del agua y mayor la infiltración, sin embargo, el efecto real de la temperatura es bastante pequeño, a menos que la variación de la misma sea muy amplia.

Periodos largos de sequía con largos periodos de lluvia

La infiltración depende entre otros factores del contenido de humedad del suelo al comenzar la lluvia. La capacidad de retención de agua de un suelo muy seco es considerable. Por ello, la velocidad inicial de infiltración es muy grande hasta que dicha capacidad comienza a satisfacerse. Finalmente cuando se no se han llenado los poros de la superficie de un suelo, la velocidad de infiltración es igual a la velocidad de desplazamiento del agua en un suelo húmedo. En un suelo que ya está húmedo, aunque no del todo, la capacidad de retención de agua está casi satisfecha y el agua penetra en él desde un principio con una velocidad aproximadamente igual a la de desplazamiento del agua de un suelo completamente húmedo. Aparte de esta relación entre humedad y temperatura, el desplazamiento del agua en el suelo depende de la porosidad, se desplaza más rápido en un suelo poroso que en uno compacto. Igual fenómeno ocurre en las capas más inferiores del suelo.

El agua se desplaza en el suelo por existir en él una diferencia de tensión, el desplazamiento o movimiento ocurre en el sentido de la tensión mayor (menor humedad).

Definición de suelo

Material mineral inconsolidado en la superficie inmediata de la tierra, ha sido sujeta e influenciada por factores genéticos y del medio ambiente material madre, clima, macro y micro organismos y topografía. Sirve como medio natural para el crecimiento de las plantas.

Suelo es la colección de cuerpos naturales de la superficie terrestre, en algunos lugares modificados por el hombre, y aún contruidos por él con materiales terrosos, que contienen materia viva y sustentan o son capaces de sustentar plantas a la intemperie.

Esa definición posee varias implicancias de interés y que ayudan a comprender el desarrollo histórico del concepto de suelo.

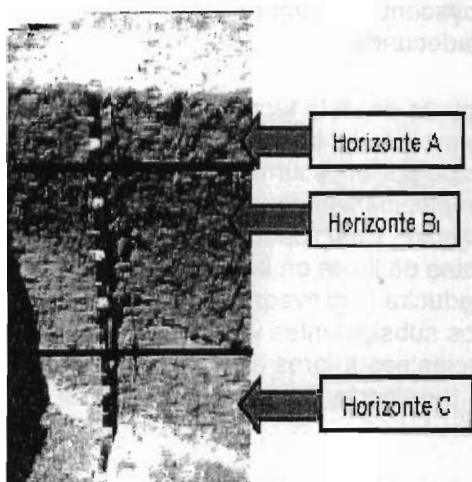
Al mencionarse una "colección de cuerpos naturales" se introduce la idea de que el continuo que es el suelo se subdivide en partes o componentes discretos que pueden considerarse como miembros del todo y a su vez el todo se considera como la colección organizada de sus partes componentes.

La definición vista hace énfasis en la existencia de materia viva en el suelo y en su aptitud de sustentar plantas, pero no incluye solamente a los suelos genéticamente desarrollados sino también a aquellos que no muestran características internas de origen edafogénico. Más aún, el concepto reconoce la importancia del hombre como factor capaz de producir cuerpos naturales (suelos) a partir de materiales terrosos.

Cuerpos de materiales terrosos que poseen materia viva implica que algunos depósitos de similar consistencia no son todavía suelos en el sentido de la definición, en tanto que los cuerpos que han sido enterrados por depósitos posteriores a su formación, al punto de que en ellos ha desaparecido la materia viva, no se consideran suelos en su estado actual. El cuerpo suelo sustenta o puede sustentar plantas a la intemperie, pero las plantas que crecen en grietas de rocas o las plantas flotantes no arraigadas en sedimentos sumergidos no se consideran como evidencia biológica suficiente de que están sustentadas por un cuerpo de las características del suelo.

El concepto expuesto de suelo es cualitativo en el sentido que no establece límites precisos que lo separen de lo que no es suelo y si bien hace énfasis en el rol de la actividad biológica y en su efecto para distinguir suelos de no suelos, incluye tanto a los materiales fuertemente alterados por procesos edafogénicos como a aquellos con un grado mínimo de expresión genética, aparte de que

no distingue a los derivados de procesos naturales de los generados por la acción del hombre.



Perfil de un suelo mostrando sus horizontes

Objetivos de la conservación de suelos

Es una combinación de todos los métodos y manejo del uso de la tierra que resguardan el suelo contra agotamiento o deterioro por factores naturales o inducidos por el hombre. La preservación del suelo contra deterioro y pérdida mediante su uso conforme a sus capacidades y aplicando las prácticas de conservación que exigen su protección y su mejoramiento. Más concretamente, la conservación de suelos consiste en aprovechar la tierra dentro de los límites de practicabilidad económica al mismo tiempo que se le salvaguarda contra el empobrecimiento o esterilidad debida a la erosión, depósito de sedimentos, agotamiento de los nutrientes de las plantas (por lixiviación, cultivo excesivo o sobre pastoreo), Acumulación de las sales tóxicas, quemaz, humedecimiento excesivo (drenaje inadecuado), laboreo impropio o porque se deja de proteger el terreno contra las pérdidas de su productividad.

Prácticas de conservación de suelos:
prácticas mecánicas

Como prácticas mecánicas de conservación de suelos se consideran las medidas que incluyen movimiento de tierra, construcción de desagües, canales de desviación, obras de contención y otras. Su función principal es cortar y modificar la pendiente y absorber o drenar el agua precipitada que sobrepasa la capacidad de infiltración del suelo.

Las obras mecánicas de conservación de suelos son parecidas al fundamento de una casa, que no son productivas en sí, pero resultan necesarias para que la parte útil esté asegurada; sin embargo, permiten que la inversión en semillas y suelos mejorados sea rentable. Para tierras fuertemente inclinadas, de 15 a 50 %, es la única manera de asegurar la agricultura sustentable, y en estos casos se puede decir que las terrazas de bancos crean tierras cultivables, las cuales en cuencas hidrográficas de montaña, con una densidad de población alta, pueden ser indispensables. Desde hace siglos en distintas partes del mundo hay mucha experiencia en la construcción de terrazas de banco, cuyas tierras aún están productivas.

Prácticas de cultivo o vegetativas

Las prácticas agronómicas para conservar los suelos son las que se aplican para mejorar su capacidad de infiltración, asegurar una cobertura adecuada y mantener una buena estructura biofísica. Esto al mismo tiempo aumenta la capacidad productiva de los cultivos, la cual a su vez es la mejor manera de asegurar una buena cobertura vegetal. Las prácticas agronómicas son efectivas donde la tierra se emplea dentro de su capacidad de uso.

Medidas para conservar los suelos

Evaluación del concepto tradicional

En años pasados, los conceptos tradicionales de la conservación de suelos y aguas han resultado ser

menos eficaces de lo que se esperaba y necesitaba. El concepto tradicional se concentra principalmente en el control del volumen y la velocidad del escurrimiento. Es decir, este concepto de la conservación no toma en cuenta el sistema de la producción misma, sino que cuenta con la idea de que antes de producir algún cultivo, se necesita realizar los manejos conservacionistas.

En este concepto se enfatiza:

Las medidas físicas de conservación,

Agencias especializadas en conservación de suelos y aguas,

Lograr el cumplimiento por parte de los agricultores mediante la insistencia.

La evaluación del concepto tradicional muestra que éste no toma en cuenta la parte socioeconómica de la sociedad y el sistema de producción, lo que provoca falta de entusiasmo por parte de los agricultores para efectuar trabajos conservacionistas.

El concepto moderno

En la actualidad, comprendemos que el principal remedio para combatir la degradación de tierras no es la "conservación del suelo" sino que "el mejor manejo de tierras", a lo cual es necesario agregar como prácticas de apoyo las obras convencionales de conservación de suelos. La alteración del equilibrio del énfasis hacia el mejor manejo de tierras trae como consecuencia dos beneficios adicionales como son la estrecha integración de la conservación al sistema agrícola, y el fortalecimiento de la relación entre la población rural y sus tierras.

Nuestra principal preocupación deberá ser la productividad del suelo, es decir, su potencial para la producción de plantas. La erosión acelerada y el escurrimiento son consecuencias

ecológicas previsibles del uso y manejo inadecuado de la tierra, antes que las causas primarias de la degradación de las tierras. El combate frontal de la erosión, sin atacar sus causas subyacentes, siempre será una solución inadecuada.

Desde un punto de vista técnico, el proceso de erosión se inicia con la lluvia, seguido por el escurrimiento. La reducción o eliminación de los efectos de compactación y salpicadura de las grandes gotas de lluvia en la superficie del suelo reducirá la gravedad de todos los procesos subsiguientes y las consecuencias posteriores de extracción, transporte, inundación y sedimentación.

En el concepto moderno de manejo integrado y conservación de suelos y aguas, es fundamental mejorar el uso de la tierra a través de prácticas que aumenten la cobertura vegetal del suelo (una cobertura del 40 50% de la superficie puede reducir los efectos de la salpicadura de lluvia en un 90%) y mejoren la infiltración del agua, mientras las prácticas físicas son consideradas como prácticas de apoyo. Por lo tanto, un punto clave es incentivar el uso de estas prácticas sencillas de conservación, que son de bajo costo y que pueden mejorar la productividad de la tierra. Los puntos principales de este concepto son:

Mejoramiento del uso de la tierra para aumentar la productividad,

Aumento de la cobertura vegetal,

Aumento de la infiltración de agua,

Control de la escorrentía y reducción de la pendiente,

Participación de los agricultores en todo el proceso de la planificación,

Aceptación de la microcuenca como unidad de planificación.

Además de incluir la introducción de estas prácticas sencillas, el concepto moderno reconoce especialmente la dimensión socioeconómica. Por lo tanto, entre sus objetivos se encuentra también el mejoramiento de la capacidad de manejo agroconservacionista del agricultor mediante un plan de capacitación, entrenamiento y asistencia técnica efectiva, además de ofrecer al agricultor un sistema productivo sostenido que mejora su calidad de vida.

El mejoramiento a través del concepto manejo integrado y conservación de suelos y aguas, implica la adopción de enfoques y acciones integradas, en que los agricultores son los miembros principales de los equipos interdisciplinarios para la identificación de las oportunidades y los problemas, la determinación de la mejor forma de enfocarlos, y para el monitoreo del logro de los objetivos propuestos.

Efectos erosivos provocados por la lluvia, el viento y las corrientes de agua sobre el terreno

La erosión del suelo es la remoción del material superficial por acción del viento o del agua. El criterio más amplio de la erosión del suelo consiste en compararlo con otros procesos de desgaste del paisaje, porque la erosión del suelo deberá reconocerse como el problema dominante solamente cuando y donde sea el proceso más rápido. Bajo una perspectiva general es notable la importancia de la velocidad de erosión del suelo dentro de un tiempo determinado para así establecer cuales pueden tolerarse a largo plazo.

La erosión de los suelos por acción del agua es más activa donde la infiltración es menor. Cuando la precipitación no puede infiltrarse en el suelo, sino que fluye por la superficie, el agua viaja a una velocidad relativamente rápida y es capaz de arrancar materiales del suelo por medio de la fuerza hidráulica de su flujo. Obviamente, la fuerza hidráulica

de un flujo de agua es mayor si la pendiente del terreno aumenta. También resulta claro que esa fuerza hidráulica puede aumentar si no encuentra ningún obstáculo a su paso que pueda aminorarla. Por lo tanto, y como se puede deducir, la erosión de los suelos por acción del agua está condicionada por la precipitación, la infiltración, la pendiente y la vegetación.

La erosión del suelo por efecto del viento o eólica, al igual que ocurre con la hídrica, se basa en la fuerza con la que un fluido, en este caso el aire, pueda actuar sobre las partículas del suelo. La velocidad del viento va a depender del grado de aspereza de la superficie y, al igual que con la erosión por acción del agua, de la presencia de obstáculos, es decir, de la vegetación existente, de la capacidad de transporte del aire, de la composición granulométrica o textura del suelo y de las características o propiedades del mismo.

Es de sobra conocida la función que desempeña la vegetación como protectora del suelo, estabilizando y aminorando la acción de los agentes erosivos que sobre el mismo inciden. La doble función de freno ante el impacto de la lluvia y el viento, y ante el flujo de la escorrentía, permite que no se produzca una degradación paulatina por efecto de la erosión. Una vegetación adecuada en densidad y extensión puede proteger el suelo y disminuir la erosividad y erodibilidad que en él ocurren. Al hablar de cantidades de erosión tanto hídrica como eólica, tenemos que tener en cuenta un aspecto muy importante, la tasa de formación del suelo, es decir, la cantidad de suelo que se forma en un periodo determinado de tiempo. Y más que la tasa de erosión, lo que más nos interesa en este momento es la tasa de pérdida de suelo. Hay que tener en cuenta que en el fenómeno de erosión hídrica, uno de los factores que interviene es la capacidad de infiltración de agua y ésta, si bien no

arrastra materiales en superficie, sí provoca la disolución de los constituyentes solubles y, por consiguiente, podemos considerar que pueden perderse. Así, la tasa de formación de suelo, en un momento ideal, no debe ser menor que la suma de la pérdida y disolución del mismo. La tasa de disolución va a depender de los materiales del suelo y podemos establecer, de una manera muy general, que la tasa de formación de un suelo es de 4 veces la de disolución de él y, por ende, dictaminar que la tasa máxima permitida de erosión de un suelo determinado será 4 veces la de disolución del mismo. Con números reales, podemos argumentar que, dependiendo de los materiales de un suelo, las mayores pérdidas tolerables del mismo se sitúan entre 0.2 y 1 mm anuales. Esta cifra traducida a las unidades que se emplean a la hora de hablar de erosión, toneladas métricas /16 tareas y por año, se corresponden a 0.8 - 4. Es decir, que si en un determinado lugar concluimos que la tasa de erosión es superior a éstos valores, estaremos frente a un paisaje en el que la acción de la erosión es acusada, y que de no remediario y dependiendo de la tasa establecida, acabará antes o después siendo un pedregal. Ahora bien, todo esto hace referencia a volumen de suelo, pero no debemos aceptarlo tajantemente en el sentido de que el suelo no es uniforme a lo largo del perfil. En otras palabras, resulta que la parte del suelo que se pierde por efecto de la erosión es la superficial y precisamente la que posee el mayor contenido de nutrientes, la mejor estructura, textura, mayor contenido en materia orgánica, es el hábitat del 90 % de los organismos que residen en el suelo, donde se produce el intercambio gaseoso y en el que las plantas se asientan, en definitiva, que es la que presenta las mejores características o condiciones para el soporte de la vida, la de mejor calidad. Para hacernos una idea de lo que esto significa, veamos un ejemplo. Supongamos un bosque mixto. Al suelo caen las hojas, ramas, etc., también

hay un aporte de material de origen orgánico tal como restos de animales, tanto macro como microorganismos. Estos restos de naturaleza orgánica se van incorporando al suelo en su parte superficial y mediante la acción de otros organismos, principalmente microscópicos como bacterias, hongos, etc., se van descomponiendo y acaban, a lo largo del tiempo, transformándose en la materia orgánica del suelo. Este proceso es relativamente rápido, pero el proceso de mineralización de esa materia orgánica, es decir, el paso de compuestos orgánicos a inorgánicos, es muy lento, pero resulta a su vez que es el más rápido que tiene lugar y se cifra en al menos unos 200 - 500 años. Si aceptamos una tasa de erosión efectiva de 1 mm por 16 tareas al año, resulta por una simple multiplicación que en el tiempo que tarda en estabilizarse la materia orgánica en el suelo, se han perdido entre 2 y 5 m de suelo. Sirva este ejemplo para hacernos una idea de lo que significa construir y destruir suelo.

Hay una serie de conceptos a la hora de tratar la erosión, que debemos conocer e interpretar exhaustivamente. Así, nos aparecen los términos erosividad y erodibilidad. El concepto de erosividad tiene un significado potencial, es decir, se aplica a los factores que provocan erosión. De este modo se habla de la erosividad por precipitación (en el caso de erosión hídrica) o por la acción del viento (caso de la eólica). El concepto de erodibilidad se refiere a la capacidad que tiene un material para ser erosionado.

Gran parte de las causas y los resultados del fenómeno de la erosión eólica son la destrucción paulatina de la vegetación; ya sea incidiendo directamente sobre ella, ya eliminando el sustrato sobre el cual se asienta.

La acción del viento que nos incumbe queda limitada al suelo. Aunque no siempre resulta factible el observar este fenómeno, pues la sutileza del mismo

le hace pasar inadvertido. El viento como tal es fácil de detectar y estudiar, pero su actividad sobre la vegetación y el suelo no siempre puede constatarse y medirse. Un viento de poca intensidad (36 Km/h) se nota perfectamente y sabemos de su existencia, pero su repercusión sobre la superficie no siempre es factible de observar. Su acción es lenta a lo largo del tiempo y los efectos se van sumando de forma continuada.

Al hablar de hechos excepcionales en cuanto a detectar la actividad eólica, estas acciones necesitan de la conjunción suelo-viento dentro de unos condicionantes especiales: Suelos desnudos, secos y fácilmente erodables, y unas intensidades de los vientos relativamente altas.

Los daños producidos por la erosión eólica se pueden englobar en los siguientes efectos: superficiales, edáficos y secundarios.

Superficiales: La acción de los vientos y, por ende, de la erosión que determinan, conllevan acciones superficiales para los cultivos por daño, arranque de tierra dejando al descubierto el sistema radicular o semillas sin germinar, recubrimiento de pastos y sembrados. El aterramiento de superficies agrícolas e industriales. Inutilización de cercas. Transporte de semillas e insectos perjudiciales, etc. Estos efectos pueden contrarrestarse o remediarse en la mayoría de los casos.

Edáficos: Se corresponden con las acciones que alteran, destruyen o transforman las texturas de los suelos. El viento arranca y transporta limo, arcilla y materia orgánica fundamentalmente, dejando in situ las fracciones gruesas. De esta forma el suelo queda más arenoso y, por tanto, más susceptible de erosión. Estos efectos suelen ser irreversibles o de difícil y costosa solución.

Secundarios: Como efectos secundarios podemos enumerar los siguientes. Posible transporte de materiales salinos, principalmente yeso y sales de sodio hacia zonas de cultivo, cuya consecuencia es contribuir a salinizar los suelos en que se asientan.

En conjunto, los efectos causados por la erosión eólica conducen a una degradación paulatina de los recursos edáficos y una alteración lenta pero continuada del medioambiente. La erosión eólica determina una nueva distribución de las partículas superficiales, originando una esqueletización de los suelos, a la vez que una homogeneización en el tamaño de las partículas transportadas. Estos efectos se han definido como eolización y conllevan no sólo la destrucción del suelo, sino también la formación de nuevos depósitos superficiales que se incorporan a otros suelos.

La acción del viento sobre la superficie terrestre difiere sensiblemente de la realizada por el agua. Mientras que ésta actúa sobre zonas concretas, el viento incide sobre toda la superficie y sólo en algunas ocasiones lo hace sobre áreas limitadas. Los fenómenos de erosión hídrica pueden ser espectaculares y perfectamente visibles, por el contrario, la erosión eólica no es llamativa, pero puede conducir a consecuencias mucho más graves y a procesos irreversibles en muchos casos. Es una creencia muy común achacar la progresiva desertización de muchas zonas del mundo a la disminución de las lluvias, especialmente en las regiones áridas y semiáridas. La desertización se debe casi exclusivamente a la erosión eólica, la hídrica produce la ruina, el empobrecimiento y la inutilización de muchas regiones, pero no su transformación en desiertos.

En cuanto a las causas que originan la erosión eólica, estas se encuentran determinadas por las corrientes de aire, por las características específicas de

circulación y por el paisaje sobre el que actúan. El resultado más visible es la nivelación y erosión que originan los vientos en los resaltes del terreno. El suelo es removido y posteriormente transportado, dejando al descubierto el sustrato de las formaciones superficiales. Sobre esas rugosidades y resaltes, el viento tiende a comprimirse, aumentando su velocidad y, por ende, incrementar el fenómeno erosivo. Casi siempre se han invocado razones de tipo climático para tratar de explicar la aparición de fenómenos de erosión intensos, si bien no siempre pueden ser consideradas como la causa eficiente de las mismas, incluso podrían explicarse esas alteraciones climáticas como consecuencias directas o no de otras vicisitudes acaecidas en la superficie terrestre. El cultivo del suelo, el manejo del mismo, las modificaciones en la cubierta vegetal, son algunas de esas vicisitudes que pueden determinar variaciones esenciales en la circulación de los vientos. En términos generales, las causas que generan procesos de erosión eólica vienen concatenadas y se van sucediendo de forma paulatina, de una se genera otra y ésta no queda estática, sino que constituye la razón material de nuevos eventos. En ocasiones se inician estos procesos en épocas preestablecidas, como suele ocurrir cuando los campos quedan desprotegidos por los cultivos, la incidencia del viento sobre el suelo es más directa y su erosividad se incrementa. La erosión eólica parece presentar en la actualidad una aceleración en cuanto a su intensidad, a la extensión de áreas afectadas e incluso a la frecuencia con que se presenta. Ello se explica por los cambios que han sufrido las explotaciones de tierras de cultivos, el empleo de maquinaria pesada, la reducción de cultivos herbáceos y, fundamentalmente, por el arrasamiento forestal. A pesar de que las alteraciones de tipo climático no han sido muy estudiadas, se admite que están muy vinculadas a las causas apuntadas.

La erosividad eólica local o regional se reconoce sobre el terreno, la comprobación de la erodibilidad de los suelos nace del conocimiento de los materiales que los integran y, las interacciones de ambas, nos muestra un paisaje en el cual quedan reflejadas las huellas de la erosión eólica acaecida en él.

Las dos formas principales de erosión eólica son la deflación y la abrasión. La deflación limita su actuación al movimiento de partículas sueltas, mientras que la abrasión marca la actuación de esas partículas en movimiento sobre otros materiales. El proceso de deflación arrastra las partículas para depositarlas con posterioridad en surcos, depresiones o en oquedades. El resultado final de este proceso es la nivelación del terreno. Este fenómeno predomina en zonas amplias y llanas. En áreas de acantilados es la abrasión, en los que origina huecos en forma de panales. Cuando un área llana y desprovista de vegetación sufre alternancias de lluvia-sequía y sobre ella incide el viento con cierta periodicidad, se originan las cuencas o cubetas de deflación. En ocasiones no es determinante la ausencia de vegetación, sino que el pastoreo, las roturaciones o los cultivos estacionales y no continuados, predisponen el terreno para que funcione como cuenca de deflación. En las cubetas de deflación se reduce el potencial biológico del suelo por arrastre de materiales y empobrecimiento de su capacidad de uso y, en las zonas aledañas alteran su composición y estructura, destruyendo cultivos.

Como ya hemos definido, la erosión hídrica del suelo es la cantidad bruta del mismo retirado por la acción dispersante de las gotas de lluvia o por escorrentía. La producción de sedimentos es la pérdida de suelo depositada en un punto determinado.

Los factores implicados en el proceso de erosión hídrica son la precipitación,

la pendiente, la vegetación, el manejo del suelo y las características físicas, físico-químicas, químicas y biológicas de un suelo.

La erosividad de la lluvia es un factor que se define como el producto de la energía cinética de las gotas de agua por la intensidad máxima de precipitación en 30 minutos. Presenta dos fenómenos erosivos, por un lado el efecto de salpicadura y por otro el de formación de escorrentía. En un suelo desprovisto de vegetación, las primeras precipitaciones provocan una dispersión del suelo al chocar las gotas de lluvia, erosión por salpicadura y, al formarse un flujo de agua, este arrastra el suelo en suspensión y arranca materiales a su paso. Dependiendo del grado en que actúe este proceso, nos encontraremos distintas formas de erosión, laminar la más leve, en surcos, la cual provoca la pérdida de la parte superior del suelo, abriéndose surcos por donde circula el agua de escorrentía, y en cárcavas.

La erosión por salpicadura es la que tiene lugar como consecuencia del impacto de la gota de lluvia sobre el terreno.



Una gruesa gota de lluvia cae sobre la superficie húmeda del suelo, originando un cráter en miniatura. Las partículas de arcilla y de arena

son impulsadas al aire, removiéndose la superficie del suelo

Estos impactos rompen los agregados haciendo saltar las partículas, dejándolas expuestas y listas para ser arrastradas por el agua. Este tipo de erosión hídrica precede y condiciona a los demás, y su repercusión puede ser enorme, ya que al romper los agregados estructurales del suelo, elimina la principal resistencia que presenta el suelo a la erosión.

La cobertura vegetal, al interceptar las gotas de agua, neutraliza la energía cinética de la lluvia y altera el tamaño de las gotas. Ahora bien, esto tiene dos vertientes, una positiva como es el hecho de la disminución de la energía cinética de las gotas y otro negativo que podemos subdividir. Por un lado el tamaño de gota aumenta puesto que se concentra la lluvia en las hojas y ramas formándose gotas de gran tamaño pudiendo incluso presentar una mayor energía cinética en el momento del impacto contra la superficie del suelo y por otro, puede provocarse un proceso erosivo acusado al pie de la vegetación por escorrentía a lo largo del tronco. Estos fenómenos son muy patentes en áreas de vegetación arbórea.

En la erosión laminar, el agua circula a lo largo de la pendiente como una lámina, erosionando el suelo por capas sucesivas. En este tipo de erosión hídrica se pierden principalmente las partículas finas, lo que ocasiona una pérdida de elementos nutritivos y disminución de la capacidad de retención de la humedad. En las primeras fases, la superficie del suelo no presenta una gran modificación; después se observan cambios en el color del suelo, así como una importante concentración de gravas y piedras en superficie.

Cuando la precipitación presenta una gran intensidad aparecen surcos incluso en áreas de pendientes inferiores al 6%. Este tipo, llamado erosión en surcos, normalmente está

precedido por otra de tipo laminar. La formación de surcos ocurre cuando el agua no discurre uniformemente por toda la superficie, sino que se concentra en corrientes de una potencia erosiva capaz de abrir pequeñas incisiones en el terreno que progresivamente aumentan de profundidad. Pequeños obstáculos como piedras, matas aisladas, etc. juegan un papel decisivo ya que dividen las corrientes de agua provocando en su parte inferior un remolino que excava una hendidura. Por el contrario, toda rugosidad del terreno que impida o disminuya una concentración de agua en forma de corrientes, evitará, o al menos disminuirá, la formación de surcos.

La erosión en cárcavas, se manifiesta por profundas incisiones en el terreno formadas cuando existe una concentración importante de escorrentías. Este tipo de erosión presenta mayor incidencia cuando el suelo es impermeable y de escasa cohesión. La erosión en cárcava se presenta debido a la formación de profundos surcos que se encajan rápidamente y originan una densa red de drenaje con estrechos y profundos barrancos que progresan y retroceden sus cabeceras tras cada temporal.

El factor de erosividad del suelo es una descripción cuantitativa de la erodibilidad inherente del mismo, el manejo de cultivos representa la relación de pérdida del suelo a partir de una condición específica de cultivo o cobertura con la pérdida del suelo a partir de un estado de labranza y barbecho continuo para el mismo suelo, pendiente y precipitación. Este factor incluye los efectos interrelacionados con la cubierta, la secuencia de cultivos, el nivel de productividad, la duración de la estación de crecimiento, las prácticas de cultivos, el manejo de residuos y la distribución de la precipitación.

El factor del método de control de la erosión es la proporción de la pérdida

de suelo cuando se hace uso de alguna práctica específica en comparación con la pérdida de suelo cuando se cultiva en laderas de colinas.

La tolerancia de pérdida de suelo es la tasa máxima de erosión de suelo que permite se sostenga un alto nivel de productividad. En general, los suelos profundos, de textura media, moderadamente permeables y con características de subsuelo favorables para el crecimiento de las plantas, se le asignan tolerancias de 10 toneladas métricas /16 tareas y por año.

La producción de sedimentos es el flujo total de aquellos de una cuenca acuífera o de drenaje durante un tiempo determinado. Al entrar las rocas en contacto con la atmósfera se ven sometidas a rotura, disgregación o descomposición, conjunto de procesos físico-químicos que se conocen bajo el nombre genérico de meteorización. De esta forma, se posibilita la formación de materiales, más o menos sueltos que son eliminados y transportados hasta las zonas más bajas de la superficie terrestre, los océanos, donde se depositan en las cuencas de sedimentación. También se produce acumulación en las zonas llanas, depresiones topográficas y lagos, en el interior de los continentes, pero con carácter temporal a escala geológica, ya que acaban siendo erosionadas y transportadas definitivamente hasta el mar.

Los procesos erosivos constituyen un impacto negativo, con resultados de una degradación progresiva del recurso suelo. Es un proceso que tiene lugar de forma contraria a la naturaleza, si bien su intensidad varía de unos escenarios a otros. La intervención del hombre hace que la intensidad del proceso pueda verse fuertemente incrementada. La puesta en cultivo supone una alteración del equilibrio dinámico del sistema. Un suelo con cubierta vegetal y poca intervención humana queda protegido de la acción directa de la lluvia y el viento. Al

eliminar la vegetación se altera el equilibrio natural, la superficie queda desprotegida, el suelo recibe menos aportes de materia orgánica por parte de las plantas cultivadas y el laboreo entraña una mineralización más acentuada. Las nuevas condiciones suelen ser menos favorables para el mantenimiento de la estructura del suelo, lo que lo hace más vulnerable a la erosión y si se ve afectada la infiltración, disminuirán las disponibilidades de agua para las plantas, para la misma cantidad de lluvia que venía recibiendo la zona.

Los materiales erosionados son transportados aguas abajo, pasan a los cursos de agua y pueden depositarse en embalses y bahías. Estos materiales depositados pueden dar lugar a contaminaciones no puntuales que, por la procedencia desconocida, resultan difíciles de controlar.

Concepto de erosión

La erosión del suelo es un fenómeno complejo, en el que intervienen dos procesos: la ruptura de los agregados y el transporte de las partículas finas resultantes a otros lugares. Además de la pérdida de la capa de suelo, que contribuye a la desertización, las partículas arrastradas pueden actuar como vehículo de transmisión de contaminación (plaguicidas, metales, nutrientes, minerales, etc.). Se trata de un fenómeno natural pero que ha sido acelerado por las actividades humanas. La erosión puede ser causada por cualquier actividad humana que exponga al suelo al impacto del agua o del viento, o que aumente el caudal y la velocidad de las aguas de escorrentía.

El riesgo de erosión por acción del agua es máximo en periodos de lluvias intensas en que el suelo se encuentra saturado de agua, con escasa cubierta vegetal y aumenta el movimiento del agua por la superficie del suelo. El efecto de la escorrentía resultante elimina cantidades importantes de suelo y origina surcos de erosión que

actúan como ruta principal del agua, lo que aumenta el problema.

La incidencia de la erosión por el viento, propia de climas áridos y semiáridos, es casi siempre debida a la disminución de la cubierta vegetal del suelo, bien por sobrepastoreo o a causa de la eliminación de la vegetación para usos domésticos o agrícolas

Los impactos generados por la erosión del suelo son diversos y las consecuencias económicas de ellos derivados son difíciles de estimar. La erosión por el agua supone una pérdida de la capa fértil de los suelos que se estima en varios milímetros al año. De igual forma se reduce la capacidad de retener agua.

Es difícil realizar una estimación de la cantidad de abonos y fertilizantes necesarios para reponer las pérdidas de nutrientes y materia orgánica perdidos por la erosión pero desde luego, lo que es seguro es que se traduce en grandes inversiones monetarias. La erosión del suelo afecta también a los ecosistemas, principalmente en las zonas donde se ha eliminado la cubierta vegetal provocando su destrucción total o parcial.

Prácticas mecánicas de conservación de suelos

Zanjas de ladera



ZANJAS DE LADERAS

Son canales pequeños que se construyen al contorno para acortar el largo del predio y disponer de la escorrentía. Las zanjas se pueden construir:

- (1) con arado tirado por bueyes;
- (2) manualmente con pico y pala; o
- (3) con maquinaria agrícola.



Ventajas

Las zanjas de laderas bien hechas y localizadas, recogen y sacan el agua en exceso que cae en el terreno.

No permiten que el agua que va cuesta abajo aumente en volumen y velocidad.

Las zanjas recogen el agua a distancias convenientes y la sacan fuera del predio. Así evitan el desgaste del suelo, la formación de canchales, la pérdida del abono y el arranque de las plantas.

Hacen que una mayor cantidad de agua penetre y se mantenga por más tiempo en el suelo; a. esto le llamamos conservación de la humedad. En predios con zanjas de laderas, las plantas sufren menos en épocas de sequía.

Las zanjas de laderas sirven de guía para surcar y hacer las siembras al contorno. Así se protege más el suelo contra la erosión.

Estas zanjas facilitan la siembra, cultivo, abonamiento, desyerbo, y recolección, debido a que van hechas a

distancias que permiten un fácil laboreo.

Se pueden usar año tras año. Sólo hay que abrirlas y limpiarlas cada vez que se ara el predio. El predio estará siempre protegido y se economizará tiempo y dinero.

Cuesta menos construirlas, ya que se pueden hacer utilizando bueyes o tractores. Los bueyes rinden más labor al tirar del arado siguiendo un declive fácil que no les cansa ni los, expone a caerse. Las zanjas reciben el ancho y profundidad dándole pases con el arado y luego se limpian con azadas. Al hacerlas con el arado, se gasta menos dinero en mano de obra.

El agricultor que tiene que usar el pico para abrir las zanjas, trabaja más descansado ya que camina sobre una superficie casi llana y no cuesta abajo o cuesta arriba.

Como construirlas

Las zanjas al contorno se marcan con un nivel tipo "A" o pueden marcarse con un caballete (que es un aparato sencillo que usted mismo puede

preparar), poniendo una estaca en cada punto.

Es necesario que usted consiga un trabajador que le ayude al técnico en el marcado de las zanjas.

Las zanjas a contorno pueden marcarse en terreno arado o en terreno sin arar. Cuando se marcan en parcelas sin arar, al momento de arar se dejan sin tocar franjas de aproximadamente tres pies en el sitio por donde pasaran las zanjas. Se ara a ambos lados de esas franjas. Esto permite hacer zanjas en suelos más firmes y el pasto natural queda como barrera protectora.

Como hacer una buena zanja de ladera

Una buena zanja de ladera debe tener por lo menos un pie de ancho en el fondo y un pie de hondo.

Deben hacerse taludes a los dos lados de la zanja.

La distancia de una zanja a otra varia de acuerdo con el declive del terreno y la clase de suelo. También el cultivo a sembrarse puede hacer variar la distancia entre zanjas.

Consejos útiles

Las zanjas deben limpiarse después de fuertes lluvias. Toda la tierra que se acumula en el fondo debe sacarse y si hay algún daño corrijalo enseguida.

No destruya las zanjas al arar la parcela cercana para la próxima siembra. .

Recuerde que es importante que las zanjas derramen las aguas en un canal protegido con vegetación o en un sitio donde no causen danos; no sea que usted evite la erosión en un sitio y la provoque en otro.

Si observamos una ladera, notaremos que existen partes en las que la inclinación es más pronunciada que en otras. Para saber qué tipo de medida de conservación debemos realizar en nuestros terrenos es preciso conocer el porcentaje de inclinación de la ladera, el cual se calcula de la siguiente manera:

Es importante saber que las laderas reciben diferentes nombres, según su porcentaje de inclinación. En el cuadro siguiente notamos cómo se ordenan para su clasificación:

Porcentaje de inclinación de la ladera	Nombre de la ladera
1- 2	Plana
3-5	Suavemente inclinada
6-12	Moderadamente inclinada
13-20	Fuertemente inclinada
21-40	Moderadamente escarpada
41-60	Escarpada
60 o más	Muy Escarpada

Sabemos que el agua no escurre igual en todas las laderas. Por eso, la distancia entre zanjas o terrazas son diferentes para cada ladera según su inclinación. Por ejemplo, en una ladera que tiene 20% de desnivel, la distancia horizontal entre zanjas debe ser de 14 m; mientras que para una ladera con 10% de desnivel la distancia entre

éstas debe ser de 20 m, porque mientras mayor sea el porcentaje de inclinación de la ladera, el agua escurrirá más rápido y en mayor cantidad. Por esa razón las zanjas a nivel deben estar más cerca una de otra para que puedan guardar toda el agua que escurre.

Tabla de distancia

Para saber la distancia entre zanjas debe consultarse la tabla siguiente:

Debe aclararse que en laderas con más de 45% de inclinación se recomiendan las terrazas individuales o continuas.

Para una ladera del siguiente porcentaje	Distancia horizontal entre zanjas (metros)
2	30
5	28
8	24
10	20
14	18
16	16
20	14
25	12
30	10
35	8
40	6
45	4

La distancia entre éstas será la recomendada para reforestación o para árboles frutales, dependiendo de la clase de árboles que se siembren. Si las laderas tienen más de 60% de pendiente se dejan únicamente para la vida silvestre. Las distancias dadas pueden variar un poco para poder establecer un número determinado de

surcos o bien para determinada maquinaria agrícola.

Cabe aclarar que el uso de esta tabla ha dado muy buenos resultados en suelos bastante profundos de buen drenaje, así como en lugares inclinados donde existe mayor necesidad de conservar el agua.

Estanques

Son medidas importantes para la conservación de suelos. Proporcionan agua para el ganado, para riego y para control de cárcavas. Son también un hábitat o medio para la fauna silvestre.

El proyectar un estanque requiere de conocimiento de suelos, de la precipitación pluvial, de la característica de la cuenca y del movimiento del agua, entre otras cosas. Por tanto el proyectar un estanque que se ajuste a una determinada zona hace imposible hacer recomendaciones concretas.

Lo primero a tener en cuenta es todo estanque debe tener cerca de 1.8 m de profundidad y por lo menos unos 1,000 m² de extensión superficial.

Para la selección del sitio de construcción debe escogerse un terreno donde el terreno sea arcilloso o areno arcilloso. Otro tipo de suelo, hará que la infiltración sea muy rápida. Otro factor es que la cuenca aguas arriba del estanque sea lo suficientemente grande para almacenar agua durante los períodos secos, pero no tanto para que la estructura de descarga sea muy grande, cara y de salida al agua sobrante. Una regla general que puede usarse, es la relación entre la superficie de la cuenca y la superficie del estanque. La relación debe ser de mayor de 6:1 y menor de 20:1. La relación baja es usada en sitios secos y la alta en aquellos de alta pluviometría. Por ejemplo: si se ha de almacenar 2,000 m³ de agua, la cuenca de captación en una zona seca debe ser:

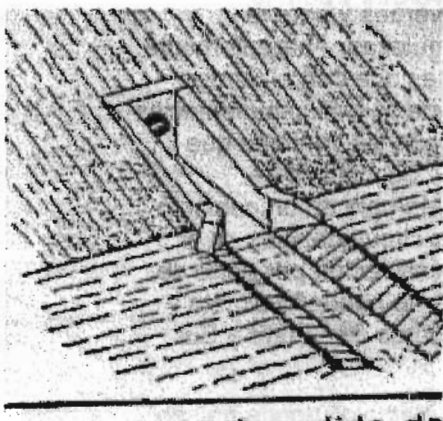
$2,000 / 6.1 = 328 \text{ m}^2$ de cuenca.

La mejor zona para el emplazamiento del estanque es cerca de la explotación agrícola. Sin embargo, si hay un pastizal aislado, es mejor ubicarlo cerca de ella.

Tómese en cuenta que el mejor sitio será aquel donde se logre un máximo almacenamiento de agua con el mínimo movimiento de tierra. Un buen lugar es una cárcava o una hondonada.

El estanque deberá tener un vertedor, cuyo tamaño va a variar según el lugar, trátase de encontrar un lugar que permita uno pequeño. En lo posible, reviértase de vegetación y pastos.

Una forma práctica de desaguar el exceso de agua es mediante la colocación de una tubería en el muro la cual servirá de vertedor, el cual deberá descargar en un arroyo o por medio de una zanja cubierta de pasto hasta un lugar donde no haga daño.



Una guía para la escogencia del diámetro del tubo es:

Superficie de la cuenca en hectárea(16 tareas)	Diámetro en cm del tubo vertedor
4	15
4 a 8	20
8 a 12	25

El tubo debe colocarse en el fondo del estanque. Más práctico y económico es ubicar del tubo en la pared del muro, la colocación deberá coincidir con el máximo nivel requerido del agua.

Prácticas de cultivo o vegetativas

Barreras vivas

Son hileras de plantas perennes y de crecimiento denso, sembradas perpendicularmente a la pendiente (curvas a nivel). Las plantas se siembran una cerca de la otra para formar una barrera continua.

Sirven para reducir la velocidad del agua de escorrentía y además actúan como filtros vivos, atrapando los sedimentos que lleva el agua que escurre sobre la superficie del suelo.

Las barreras vivas impiden que el flujo de agua adquiera una velocidad erosiva, al cortar el largo de la pendiente en pequeñas longitudes. Permiten al limo sedimentar, a la vez que favorecen la infiltración del agua en la ladera.

Hasta 15% de pendiente y para suelos profundos, las barreras vivas logran detener la degradación del suelo en niveles tolerables, siempre y cuando vayan acompañadas de buenas prácticas agronómicas.

Ventajas de las barreras vivas

Utilización de material vegetativo, lo cual significa producción de biomasa,

que según los casos, el agricultor puede aprovechar para forraje, materia orgánica o para otros usos.

Costo de establecimiento es bajo, utiliza la mano de obra del agricultor, necesita pocas herramientas y se buscan materiales locales para la barrera.

Son de fácil adopción por el agricultor por la sencillez en su establecimiento.

El mantenimiento es poco exigente en mano de obra.

Sirve de líneas guía para los trabajos de labranza, siembra y deshierbos en contorno.

Establecimiento

Para el establecimiento de la barrera se deben considerar tres pasos:

Selección y preparación del material

Preparación de la tierra

Siembra o plantación

Luego se procede a trazar las líneas guías en contorno, después de haber identificado la pendiente promedio de la parcela y haber definido el espaciamiento entre las barreras.

El trazado se realiza con el nivel "A".

Las barreras vivas deben sembrarse al inicio de la época de lluvia, supervisar el prendimiento para luego realizar el repoblamiento de los lugares vacíos.

Cultivos de Cobertura

Un cultivo de cobertura es definido como "una cobertura vegetal viva que cubre el suelo y que es temporal o permanente, el cual está cultivado en asociación con otras plantas (intercalado, en relevo o en rotación)".

Aunque los cultivos de cobertura pueden pertenecer a cualquier familia de plantas, la mayoría son leguminosas. Los cultivos de cobertura no leguminosas son usados como cultivos de cobertura son utilizados para suprimir malezas y reducir la erosión en la estación previa al la siembra de cultivos siguientes.

Los términos "cultivos de cobertura" y "abono verde" se han usado en el pasado como sinónimos; sin embargo, los cultivos de cobertura están caracterizados por sus funciones más amplias y multi-propósitos, las cuales incluyen la supresión de malezas, conservación de suelo y agua, control de plagas y enfermedades, alimentación humana y para el ganado.

Los cultivos de cobertura no son una tecnología nueva. Han sido utilizados para recuperar los suelos degradados. Mucho más anteriormente hay registros de que los Griegos y Romanos practicaron la rotación de cultivos, y se menciona el cultivado de lupinos (*Lupinus albus*) y arveja (*Vicia sativa*) como abonos verdes y para la supresión de malezas. Aparentemente, lo que sucede es que con el tiempo surge la combinación de circunstancias que coinciden con las ventajas que pueden ofrecer los cultivos de cobertura. Un ejemplo de un conjunto amplio de tales circunstancias es el intento de intensificación por parte de los agricultores de pequeña escala y con pocos recursos de Centro y Sur América.

Existen varios ejemplos donde países han adoptado los cultivos de cobertura durante un periodo crítico en el desarrollo agrícola, y luego han abandonado la práctica. Por ejemplo, en el centro y el sur de China, el cultivo de cobertura *Astragalus sinica* era sembrado al voleo en tres millones de hectáreas en el segundo cultivo de arroz inundado, al momento de la floración del arroz. El cultivo de cobertura crecía durante la época de descanso, y luego era incorporado

antes del primer cultivo de arroz en el año subsiguiente. Actualmente, la práctica está disminuyendo debido a que el valor de cultivos invernales, tales como cebada, trigo y bráculas, sobrepasa las ventajas derivadas del *Astragalus*.

De esta manera, los cultivos de cobertura ocupan una serie de nichos específicos y estadios dentro del desarrollo de los sistemas agrícolas y, por lo tanto, no son aplicables a todas las situaciones.

Las Funciones y Papeles de los Cultivos de Cobertura

Se pueden atribuir varias funciones a los cultivos de cobertura:

Reducir costos: reducir la necesidad de insumos externos (ej. fertilizantes, herbicidas, alimentos animales); reducir la mano de obra para el desmalezado

Generar ingresos: venta de semillas y follaje

Incrementar productividad: disminuir periodo de cultivo; incrementar fertilidad del suelo; reducir competencia de malezas; incrementar filtración de agua; producción de alimentos para animales, producción para la alimentación humana

Reducir la degradación de recursos naturales: reducir residuos de agroquímicos; reducir pérdidas de suelo por erosión; reducir deforestación y la pérdida de biodiversidad; reducir pérdidas de fertilidad por el quemado; mejorar infiltración de agua (y así reducir inundación y sedimentación).

Las Características de las Tecnologías de los Cultivos de Cobertura

Ventajas

Los cultivos de cobertura están experimentando una expansión rápida en ciertas situaciones en América Latina. Esto puede ser parcialmente atribuido a las características de las especies más populares, las mismas que son resumidas en líneas abajo:

Costo bajo: una vez que las semillas están disponibles (y pueden ser provistas de agricultor a agricultor), hay poco costo en dinero efectivo para el agricultor. De esta manera, los cultivos de cobertura pueden sustituir a los insumos externos tales como herbicidas y fertilizantes.

Simplicidad: no hay necesidad de conocimientos o herramientas sofisticados.

Bajo riesgo: el tamaño grande de las semillas de muchas especies (por ejemplo, *Vicia faba* facilita la siembra y reduce los riesgos de establecimiento.

Versatilidad: las especies tienden a tener un rango ecológico bastante amplio. *Canavalia ensiformis* es un buen ejemplo, la cual prospera en condiciones húmedas o semiáridas, y a pleno sol o sombra parcial.

Competitividad: pese a que las especies varían en su vigor, una característica que permite su selección de acuerdo al nivel de competitividad requerida, algunas especies (por ejemplo son excepcionalmente buenas para competir con malezas agresivas

Variabilidad: existe un inmenso rango del cual escoger la mejor combinación de características. Por ejemplo: ejemplo, *Cajanus cajan*)

La selección es adicionalmente ampliada cuando uno considera que el cultivo puede ser sembrado como una asociación, un cultivo de relevo, o en rotación.

Desventajas

Estas incluyen:

Se necesita un manejo cuidadoso para prevenir la competencia entre el cultivo de cobertura y los cultivos asociados. En casos extremos esto puede llevar a que el cultivo de cobertura sea clasificado como una maleza.

Requerimientos altos de mano de obra para el establecimiento y el corte del cultivo de cobertura podría coincidir con actividades que demandan mano de obra.

Los agricultores reclaman que los cultivos de cobertura atraen plagas como ratas y serpientes venenosas.

Algunos cultivos de cobertura perennes se secan en la época seca, constituyéndose en un riesgo para incendios.

A pesar de que los cultivos de cobertura deberían incrementar la infiltración de la lluvia al disminuir la velocidad del escurrimiento superficial, los agricultores también sostienen que pueden causar deslizamientos de la tierra si la precipitación es intensa en terrenos de alta pendiente. Los cultivos de cobertura ocupan en parte o todo el año, tierra que podría ser utilizada para otros propósitos (por ejemplo, cultivos o producción ganadera).

En algunas situaciones, el cultivo de cobertura podría contribuir a problemas de plagas o enfermedades en el cultivo principal. En otros casos, podría haber el peligro de que el cultivo de cobertura actúe como un huésped alternante a plagas insectiles.

Ciertas especies podrían tener un efecto alelopático en el cultivo siguiente, por ejemplo, la inhibición del crecimiento radicular.

Cultivos de cobertura no-leguminosas, que son incorporados como un abono

verde, podrían tener suficientemente altas proporciones de C/N como para reducir la absorción de nitrógeno por el cultivo siguiente.

Existen pocas coberturas que combinan buenas características de cobertura a la par que son un producto para la alimentación humana.

Los cultivos de cobertura se prestan para sistemas de bajos insumos externos, y la adopción de los mismos es especialmente rápida donde varias limitantes pueden ser solucionadas a la vez por el cultivo de cobertura (por ejemplo, baja fertilidad del suelo, alta infestación de malezas y severa erosión del suelo). Los cultivos de cobertura constituyen una tecnología que es fácil de diseminar, necesitando únicamente un puñado de semillas y algún conocimiento para difundirlas de lugar a lugar.

La rotación de cultivos

Es la renovación regular de los cultivos en el tiempo en el mismo terreno. Es una práctica muy antigua, controla la erosión y mantiene la productividad de los terrenos. El beneficio de esta práctica depende de la selección de los cultivos que van a rotarse y de la secuencia que se siga en su siembra. Una buena rotación siempre debe incluir leguminosas y áreas de pastos por un tiempo más o menos largo, según la susceptibilidad del terreno a la erosión. Este principio resalta la importancia de la combinación de la agricultura y ganadería en el equilibrio de las unidades productivas.

Los criterios que debemos tomar en cuenta en la implementación de un plan de rotación de cultivos son:

El efecto sobre la bioestructura del suelo, puesto que hay cultivos que son exigentes a esta propiedad física del suelo (algodón, trigo, caña de azúcar, etc.), otros no son exigentes, pero sin embargo lo desgastan (maíz, sorgo y

yuca). Hay cultivos que mantienen la bioestructura y otros que ayudan a su recuperación, aquí se incluyen todas las gramíneas forrajeras de porte pequeño y algunas leguminosas.

Las exigencias de nutrientes por las plantas, que depende de la especie y de la variedad. Es imprescindible que los cultivos de una rotación tengan exigencias nutricionales diferentes, pero los mismos requerimientos de pH; sólo así se puede garantizar un buen balance nutricional y mejores rendimientos.

Cada especie vegetal y cada variedad segregan secreciones radiculares que les son propias. Estas sirven para "ahuyentar" las raíces de otras plantas que son tóxicas para ellas. Con esto defienden su espacio radicular contra la invasión de otras raíces. Las raíces con exigencias semejantes no se toleran mutuamente, porque también excretan sustancias parecidas.

El agotamiento del agua del suelo, se produce cuando dentro de la rotación hay dos cultivos exigentes en agua. Por ello es importante considerar dentro del plan de rotación la disponibilidad de humedad en el suelo y las exigencias del cultivo.

Una buena rotación de cultivos debe ayudar a reducir la población de plagas y enfermedades. Por ejemplo, para enfermedades causadas por hongos, se requieren de 2 a 3 años, para nematodos de 3 a 5 años e insectos de 5 a 6 años. El tiempo depende de la textura del suelo, su contenido de humus, su riqueza en minerales y su actividad microbial.

El valor económico de los cultivos que forman parte de la rotación es fundamental. Normalmente se exige que cada cultivo sembrado sea económicamente justificable. A veces, sin embargo es preferible plantar un cultivo recuperador, a pesar de que en el mercado tenga un precio bajo, pero

que aumente la producción del cultivo siguiente.

Para hacer una rotación de cultivos es imprescindible que los cultivos se beneficien mutuamente, que se aproveche al máximo el fertilizante aplicado, de preferencia usen las mismas maquinarias, debe evitarse que coincidan en los picos de trabajo, que mantengan el suelo cubierto, que ayuden a recuperar el contenido de materia orgánica, conserven la bioestructura del suelo, reduzcan la presencia de plagas, enfermedades y plantas invasoras, mantengan una elevada producción y deben ser cultivos de la región que tengan mercado atractivo.

Para su ejecución en el campo, sólo se requiere hacer una buena programación en función a las condiciones climáticas, a las características del suelo y a los objetivos económicos. El tiempo mínimo para el diseño de un plan de rotación es de 3 años.

Asociación de cultivos

La asociación de cultivos introduce la biodiversidad en el espacio, mediante el cultivo de dos o más especies diferentes en la misma parcela, de forma que se beneficien mutuamente o que se beneficie una de ellas sin verse afectada la otra.

Para la elección de las plantas de la asociación buscaremos que estas cumplan las circunstancias siguientes:

Crece mejor juntas que aisladas.

No competir entre ellas.

Ser inmunes a las secreciones de la otra planta.

Un caso particular de asociación es el de cereal-leguminosa, en la que se beneficia el cereal por el aprovechamiento del nitrógeno fijado

por la leguminosa, también se beneficia la leguminosa al utilizar el cereal como tutor y permite obtener forrajes más equilibrados y sanos que los producidos en monocultivo.

Los diferentes cultivos pueden sembrarse mezclados o separarse por líneas o grupos de líneas, dependiendo de la forma en que sea más sencilla la recolección.

Cultivos asociados

Sembrar traslapando diferentes cultivos, en el mismo lugar, provee abastecimiento de cultivos alimentarios y vegetales a lo largo de todo el año. En agricultura extensiva, el monocultivo es común por la facilidad de la siembra y la cosecha, pero se presentan problemas de malezas y ataques de plagas. La asociación de cultivos se ha practicado en muchos países y es útil en el huerto familiar.

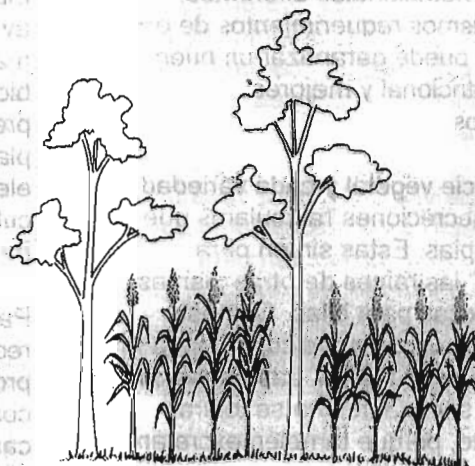
Sembrar diferentes cultivos juntos disminuye los problemas causados por plagas y hace eficiente el uso de los nutrientes del suelo. Las leguminosas (como la habichuela, la soya) proveen nitrógeno a otros cultivos como maíz y tomate cuando están sembrados juntos. Algunas plantas como el pimiento y el ajo pueden repeler las plagas de los cultivos vecinos. Estas asociaciones de plantas y otras pueden ser mezcladas dentro o alrededor del área de siembra.

Cultivos intercalados o en rotación

Las plantas de una misma familia no deben ser sembradas repetidamente en el mismo lugar por más de dos años, de otra manera, aparecerán plagas y enfermedades en el suelo. Es mejor sembrar leguminosas antes que cultivos de otras familias. Yuca, maíz y otros cultivos alimentarios pueden ser intercalados con otros.

Cultivos intercalados con árboles

Los cultivos de árboles como el coco, los cítricos y el aguacate se pueden sembrar a una distancia de cinco a diez metros. El área intermedia de dichos cultivos se puede usar para otros como café o cacao, pero especialmente para cultivos alimentarios anuales (leguminosas, maíz, yuca) o vegetales.



Maíz bajo cultivo de árboles

Cortinas rompevientos

Los daños producidos por el viento se manifiestan sobre la producción agrícola, (principalmente fruticultura y horticultura), y la ganadería.

Los beneficios de la implementación de esta técnica no solo se hacen sentir en la reducción de los daños producidos por el viento sino que además generan un microclima propicio para el desarrollo vegetal.

Las naturales en las que se utilizan especies de arbustos y árboles adaptados a las características ecológicas de la zona.

Cortinas

¿Cuales son las características que debe reunir una cortina para que cumpla su objetivo?



Permeabilidad: La cortina rompevientos debe reducir la velocidad del viento. El actuar como una barrera impermeable no es deseable, ya que se producen turbulencias tanto a barlovento como sotavento que lejos de proteger los cultivos los perjudica y además es fuente de erosión. La cortina debe dejar pasar aproximadamente entre un 50 a un 60% del viento. De esta forma la distancia de protección es máxima.

Altura: La distancia de protección de una cortina rompevientos es directamente proporcional a su altura e inversamente proporcional a la velocidad del viento.

La protección se extiende aproximadamente unas 20 veces la altura, aunque como ya se dijo depende de la velocidad del viento y de la permeabilidad de la barrera, entre otros factores.

Orientación: Cuando se ubica en el terreno una barrera ésta debe orientarse en forma perpendicular a la dirección de los vientos predominantes, de esta forma se obtiene el mayor efecto protector.

Otras características que hacen a la eficacia de la cortina son la longitud y su continuidad. La longitud no debe sobrepasar las 24 veces la altura ni ser menor de 10 veces. En cuanto a la continuidad, es importante ya que no deben existir espacios por donde el

viento forme túneles e incremente su velocidad.

Dentro de las barreras naturales las especies utilizadas deben cumplir con algunos requisitos para su utilización. Las especies arbóreas deben ser resistentes a vientos, o sea de madera flexible, debe estar ecológicamente adaptada a la zona donde se va a utilizar, no existiendo en la zona plagas que perjudiquen su desarrollo. El crecimiento debe ser rápido, para poder cumplir con su función lo antes posible. El sistema radical debe ser potente para otorgarle un buen anclaje y por lo tanto resistencia al viento. La floración no debe ser llamativa ya que de ser así puede interferir con los insectos polinizadores del cultivo protegido. Respecto al tipo de hojas, es importante tener en cuenta la época de mayores vientos, ya que las especies deben tener hojas en ese momento para brindar protección. De poder elegir las especies de hoja caduca en general son de crecimiento más rápido.

Dentro de las de hojas perennes podemos citar los bambúes y la casuarina, etc.

Una vez instalada la cortina rompevientos es necesario proceder a su mantenimiento.

Es beneficioso cada 2 o 3 años subsolar a 3 m. de la línea de la cortina con el objeto de eliminar raíces que compiten con el cultivo principal.

También es necesario efectuar podas con el objeto de mantener la permeabilidad de la misma. Debe vigilarse la posible aparición de enfermedades o plagas que ataquen la cortina y efectuar los tratamientos sanitarios pertinentes. También es importante hacer limpiezas eliminando malezas que crecen en las cercanías de la barrera.

Las cortinas rompevientos, establecidas adecuadamente, son de suma utilidad para mejorar el medio ambiente en los cultivos bajo riego en zonas áridas. Permiten la formación de un microclima más benigno al reducir la

velocidad del viento. En estas condiciones las plantas vegetan mejor.

Las cortinas contribuyen a:

- 1-Reducir la temperatura del aire.
- 2-Limitar la evapotranspiración exagerada que ocasionan los vientos cálidos y secos.
- 3-Controlar la erosión del suelo
- 4- Reducir los daños mecánicos producidos por el viento

Área protegida

El área que protege una cortina depende de la altura, la porosidad, la longitud y la orientación de la misma.

Altura: la distancia que se desea proteger está en relación directa con la altura de los elementos que forman la cortina. La zona protegida eficazmente alcanza hasta diez veces la altura de los árboles.

Porosidad: estudios realizados, indican que la cortina rompevientos debe presentar una porosidad del 50%, que es la que permite el paso de la mitad del viento. El 50% restante se eleva y pasa por encima de la protección. Esta porosidad evita casi totalmente la turbulencia que genera la cortina sólida a ambos lados de la misma. La citada turbulencia disminuye la zona protegida.

Experiencias realizadas, indican que una cortina porosa reduce la velocidad del viento hasta alcanzar una distancia equivalente a cinco veces la altura de los árboles. A partir de esta distancia la velocidad se incrementa paulatinamente.

La porosidad controla la turbulencia, pero reduce menos la velocidad del viento; la exacta medición de ésta requiere instrumental adecuado, pero su efecto se puede estimar visualmente.

Las cortinas formadas por árboles de hojas anchas aumentan su porosidad

cuanto mayor es la velocidad del viento que reciben. Este fenómeno es debido a la orientación que toman las hojas, que no ofrecen resistencia al embate del viento.

Las de hojas perennes (coníferas), por el contrario, disminuyen su porosidad en razón de que las hojas y ramas se enciman, formando masas compactas.

Longitud: para minimizar el efecto de penetración del viento por los extremos de una cortina, esta debe tener una longitud no inferior a once veces y media la altura.

Orientación: La orientación del reparo es igualmente importante. La porosidad de una cortina varía según el ángulo de incidencia del viento. Ángulos de 90, 65, 40 y 15 grados corresponden a una porosidad 46, 37, 19 y 5% respectivamente. La orientación recomendable es la perpendicular a la dirección del viento (90°).

Reforestación

Los días con neblina son comunes en algunas montañas; los árboles aumentan el aporte hídrico, actuando como una red de hojas y ramas, donde se condensa la neblina. Por ende mediante la reforestación se aumenta la cantidad de agua captada por las montañas, el agua en los suelos, y el caudal de los ríos.

Los árboles interceptan las gotas de lluvia, evitando que lleguen con fuerza al suelo, arrastrándolo pendiente abajo; sus raíces sostienen al suelo disminuyendo el avance de las cárcavas, y sus copas disminuyen la velocidad del viento reduciendo la erosión eólica. Mediante una reforestación se disminuyen los procesos erosivos de los suelos.

Los sedimentos provenientes de suelos, son depositados en los lagos de los embalses, y en consecuencia, sus capacidades de contención de

agua disminuyen. La reforestación disminuye el proceso de llenado con sedimentos de los embalses.

Mediante las hojas que caen, los árboles proveen materia orgánica al suelo fertilizándolo, aumentando su volumen, y su capacidad de absorción de agua. Mediante una reforestación se aumenta la capacidad de retención de agua. Durante la época de las lluvias, aminora las crecientes de los ríos, permitiendo que los mismos tengan un mayor caudal de agua en la época de sequía.

Los árboles son utilizados por los pobladores como combustible y para hacer postes, vigas, y artesanías. La reforestación eventualmente contribuye para cubrir las necesidades de los pobladores de una forma más sustentable, que la explotación de los árboles realizada en la actualidad.

La forestación consiste, dicho de una forma sencilla, en la introducción de planta o semilla en un terreno donde en el momento presente no hay masas arbóreas. Puede que en esa zona no haya habido, desde que se recuerde, nada más que cultivos agrícolas o matorrales. O bien que hace años se haya efectuado un cambio en el uso del terreno, roturando zonas de monte para extender la superficie cultivada.

Al pretender ahora poblar de árboles ese terreno, se enfrenta al difícil reto de conseguir que la plantación arraigue, sobreviva y se perpetúe. Este empeño tiene múltiples condicionamientos adversos:

En algunos casos las tierras son de una extremada pobreza, motivo por el cual nunca fueron cultivadas, o se abandonaron hace tiempo debido a su escaso rendimiento productivo.

En otros casos se trata de terrenos que siempre se explotaron por la agricultura y quedaron estériles como consecuencia de prácticas abusivas o

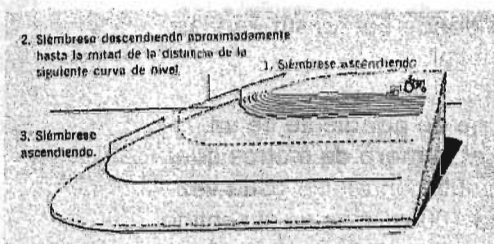
esquilmantas al no haberseles procurado los adecuados descansos y abonados, o por la realización de prácticas de cultivo indebidas.

Siembra en contorno

Se inicia con un reconocimiento del terreno para verificar el tipo de suelo y la topografía del área.

Se delinea el surco con la ayuda del nivel "A", un nivel de burbuja, con una inclinación máxima del 1%, dirigida hacia uno de los costados del terreno.

Siguiendo la alineación, se abre el surco con un azadón, con yunta o tractor. La distancia entre surcos depende de la pendiente del terreno y el tipo de suelo. Véase la construcción de zanjas de laderas y la tabla de distanciamiento.



Siembra siguiendo las líneas guía

La siembra en contorno da mejores resultados en terrenos solo con pendiente uniforme. No es una práctica recomendable en suelos con topografía irregular y con grandes variaciones de pendiente.

Los cauces que recolectan el agua deben sembrarse con pastos a fin de evitar la formación de cárcavas.



Arado y siembra a nivel (curvas de nivel)

Una curva a nivel es una línea cuyos puntos están a la misma altura, o sea, que una persona caminando sobre una curva a nivel, nunca baja ni sube. Por eso, el agua en una zanja construida siguiendo una curva a nivel, al no correr por ningún lado se filtra en el suelo. Para trazar una curva de nivel, se emplea el aparato o nivel A, con el cual se va marcando paso a paso los puntos por donde se construirán las curvas de nivel.

El porcentaje de pendiente de un terreno es el número de metros que uno baja o sube en altura, cada vez que camina 100 metros en el sentido de la pendiente. En un terreno plano, como uno puede caminar 100 metros sin bajar ni subir, la pendiente es de cero por ciento que se escribe 0%.

Como hay pocos terrenos de ladera que tengan una pendiente pareja, es necesario calcular el porcentaje de pendiente promedio de una parcela. Para eso, hay que medir el desnivel, o sea, el porcentaje de pendiente.

Para medir el desnivel, o sea el porcentaje de pendiente, en un punto de una parcela, se pone el aparato a nivel con una pata en el suelo y la otra en el aire, hasta que se marque el punto guía de la plomada. Se mide con una cinta métrica la distancia entre el suelo y la pata suspendida en el aire. El resultado leído en centímetros se divide entre 2 y nos da el porcentaje de pendiente.

Para obtener una estimación de la pendiente de un terreno se pueden tomar 5 medidas como mínimo. Una manera sencilla, para que los agricultores puedan obtener el promedio, es mediante el uso de piedritas o de granos, en donde la medida obtenida se distribuye en grupos iguales. Cuando se acaban los granos, se cuenta el número de granos de cualquier de los montoncitos, ya que tienen la misma cantidad. El resultado es el promedio de porcentaje de pendiente de su terreno.

Según la pendiente, se sabe la distancia que hay que dejar entre una curva y otra. Entre mayor es la pendiente, más cerca tendrán que estar las obras de conservación, en la siguiente tabla se muestra el porcentaje de pendiente y la distancia entre curvas, si no aparece el porcentaje exacto, se busca la distancia que se recomienda para la pendiente mayor que sigue en la lista. En el siguiente cuadro se muestra la distancia de curvas a nivel recomendada, según el % de pendiente.

Porcentaje de pendiente-Distancia entre curvas

Porcentaje de pendiente	Distancia entre curvas
2% 30 metros	20% 14 metros
5% 28 metros	25% 12 metros
8% 24 metros	30% 10 metros
10% 20 metros	35% 8 metros
14% 18 metros	40% 6 metros
16% 16 metros	45% 4 metros

Para medir y respetar la distancia entre curvas a nivel hay que marcar una línea que va, hacía abajo, desde un punto más bajo. Para eso, una persona se ubica en el punto más alto, otra en el punto más bajo y la tercera, usando el aparato A, que mide 2 metros de ancho, va bajando la cuesta y cada 6 metros, o sea, cada 3 pasos con el aparato, va plantando una estaca alineada sobre la Línea Madre que pasa por las 2 otras personas.

Empezar a trazar las curvas desde arriba. Siempre se empieza a trazar las curvas a nivel desde arriba, porque se recomienda construir las primeras obras de conservación en la parte de arriba. Para eso, se parte de la primera estaca de la Línea Madre, contando desde arriba.

Ubicar la primera estaca. Con una pata del aparato pegada a la estaca de la Línea Madre, se busca, moviendo la otra pata para abajo o para arriba, poner la plomada a nivel. Cuando se ha conseguido encontrar el lugar preciso donde el aparato está a nivel, con las 2 patas a la misma altura, se planta una

estaquita en el lugar de la pata que movimos.

Seguir los mismos pasos. De allí, se sigue igual. Ubicando una pata del aparato al lado de la última estaca plantada, y buscando el nivel con la otra, se marca, con una estaca, un punto a nivel o sea que está a la misma altura que la estaca de la Línea Madre. Y así, hasta llegar al límite de la parcela.

Después, se regresa a la estaca de la Línea Madre de donde se partió y se sigue estaquillando la curva a nivel, por el otro lado, hasta llegar al límite opuesto de la parcela.

Corregir la línea de estacas. La línea de estacas plantadas que representa una curva a nivel, serpentea mucho.

Para suavizar un poco la curva, hay que corregir el estaquillado, tratando de alinear al ojo, por grupos de diez estacas, las estacas que están muy por arriba o muy por debajo de una línea media.

Para no perder el nivel, se recomienda no mover más de 3 estacas de cada 10.

Después de trazar y estaquillar la primera curva a nivel, se sigue con la segunda curva partiendo de la segunda estaca de la Línea Madre. La construcción de la obra de conservación es algo dilatado y trabajoso. Por lo tanto, no es recomendable trazar más curvas a nivel que el número de zanjas y terrazas que se puedan construir entre dos ciclos de siembra, porque las estacas podrían estorbar y perderse.

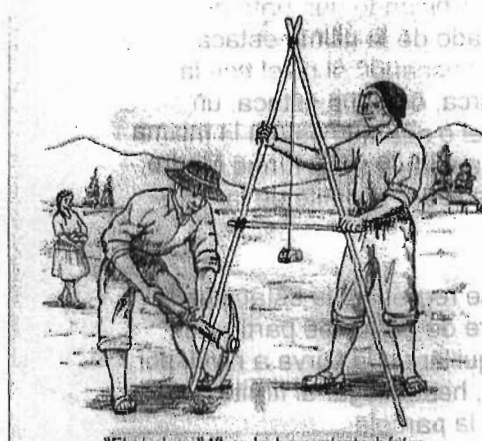
Nivel tipo "A"

La herramienta indispensable para la construcción de practicas mecánicas de conservación de suelos es el Nivel

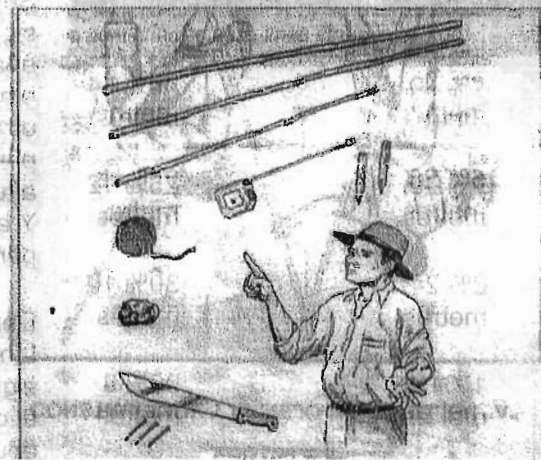
Tipo "A", es fácil de construir y de manejar.

Los materiales utilizados para el nivel "A" son:

Construcción y manejo del nivel Tipo "A"

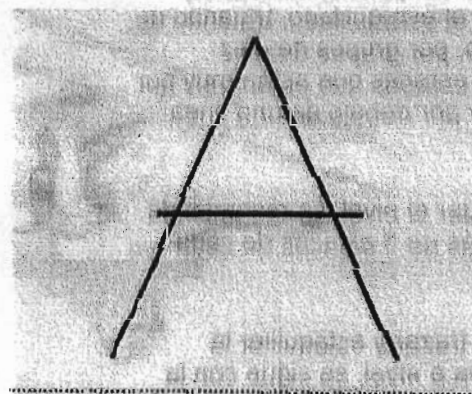


El nivel "A" es la herramienta necesaria para la conservación de suelos y aguas.



- 2 palos de 2 metros y 10 cm de largo
- 1 palo de 1 metro y 20 cm de largo
- Soga de pita o nilón
- Machete o serrucho
- Una cinta métrica
- 1 piedra para la plomada
- 2 estacas o piedras para los puntos fijos
- 3 clavos

Se le llama nivel tipo "A" porque tiene la forma de la letra "a" en mayúscula "A".



Construcción.

En un lugar plano, se ponen dos estacas a una distancia de 2 metros. Se dejan las estacas para medir el ancho del nivel "A".

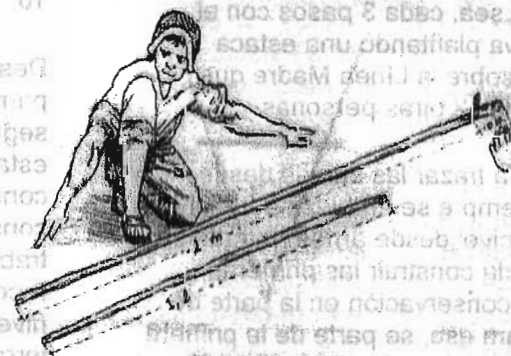
Sirve para trazar líneas sin y con pendiente, y así poder hacer obras de conservación de suelos y aguas.

Entre las prácticas mecánicas que se hacen sin pendiente están:

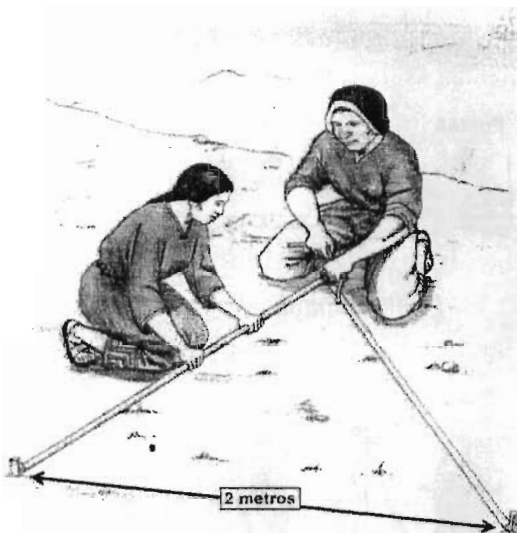
- Barreras muertas de piedras y tierra
- Barreras vivas
- Zanjas de infiltración
- Terrazas de bancos

Aquellas que se hacen con pendiente están:

- Zanjas de coronación o desviación
- Canales de riego



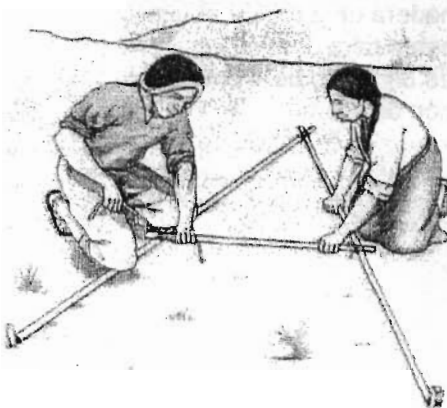
Midiendo 2 metros de distancia con estacas para los palos de 2 metros y 10 cm.



Se ponen los 2 palos de 2 metros y 10 cm junto a las estacas, y arriba se aseguran los extremos con clavos y soga.



Se hacen dos marcas a 10 cm a ambos extremos del palo de 1 metro con 20 cm. Luego se asegura el palo de 1 metro y 20 cm a la mitad de los palos de 2 metros y 10 cm.

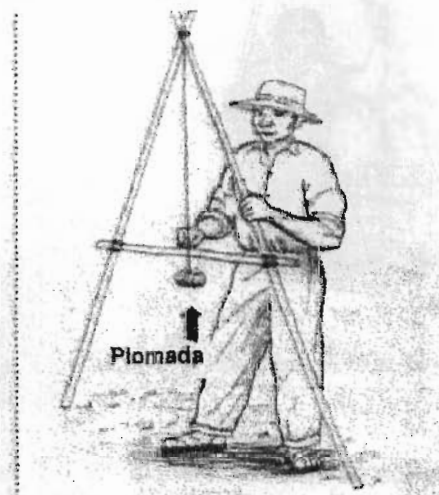


Asegurando los palos

Se amarra la soga en la parte de arriba del nivel "A", luego se mide el largo hasta un poco mas que el palo del medio.



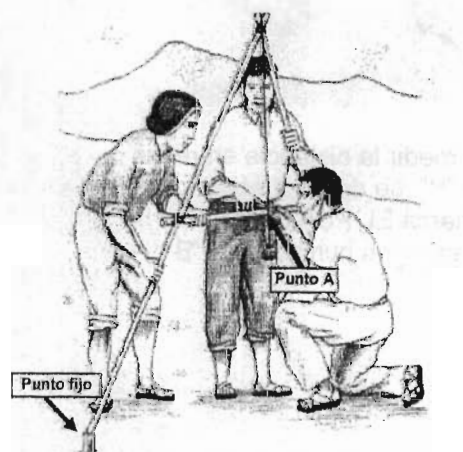
Calculo del largo de la soga



Puesta de la plomada

A fin de calibrar el nivel "A" se hacen las siguientes operaciones:

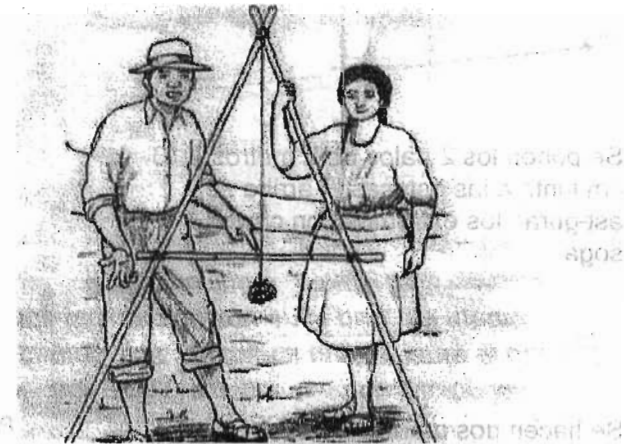
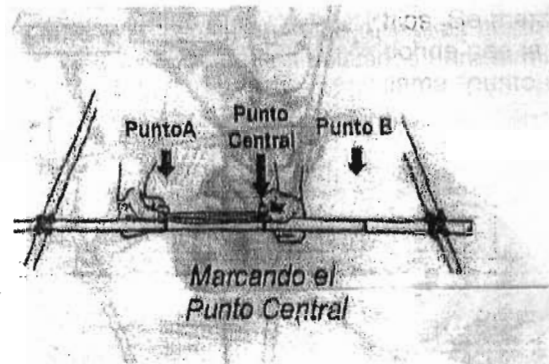
Se colocan las patas del nivel "A" en 2 puntos fijos, uno mas alto que otro. Se marca el punto donde cae la plomada en el palo del medio, a este punto se le llama "punto A"



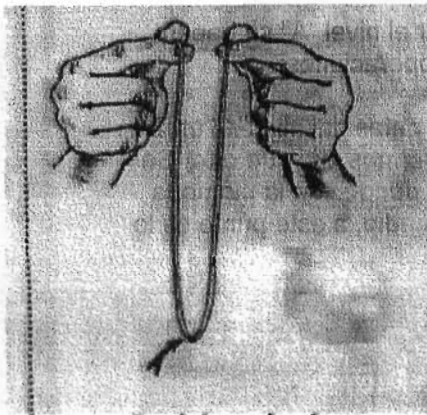
Marcando el punto A con la plomada

Se gira el nivel "A" cambiando de posición de las patas en los puntos

fijos. Se marca nuevamente el punto donde cae la plomada y a este se le llama "punto B"



Utilizando la soga se mide la distancia entre el "punto A y el" punto B".



Ya esta calibrado el nivel "A" para trazar líneas sin pendiente.

Cuando se quiere trazar líneas con pendiente, debe hacerse una nueva calibración del nivel "A". Se coloca un taquito de madera de 2 cm de altura a una de las patas para obtener una inclinación de un 1% o de 4 cm para una inclinación de 2%.

Después de medir la distancia entre los puntos "A" y "B", se dobla la soga a la mitad y se marca EL PUNTO CENTRAL entre los puntos "A" y "B".



La plomada cae a un lado del Punto Central para trazar curvas con caída.

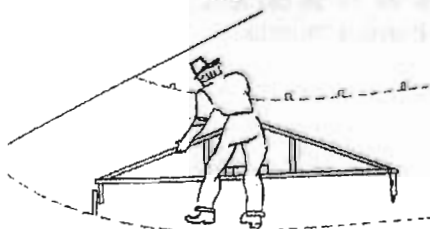


Nivel de caballete

Consiste de un listón o armado de madera como se muestra en la figura siguiente, sostenida en sus extremos por dos patas una de las cuales es de altura regulable, o sea que es más larga. En su parte media lleva un nivel de carpintero.



Uso. Se coloca la pata trasera del caballete al pie de la estaca que marca la inclinación de la curva de contorno y se mueve la pata delantera hasta encontrar el punto en el cual, al colocar esta, la burbuja del nivel ocupe el centro y a continuación se marca este punto con una estaca; luego se levanta el caballete y se coloca la pata atrás en el punto que ocupa la de adelante.



Si la pendiente seleccionada es de un 0.4 % y la longitud del caballete es de 5 metros, la diferencia entre las patas debe ser 2 cm.

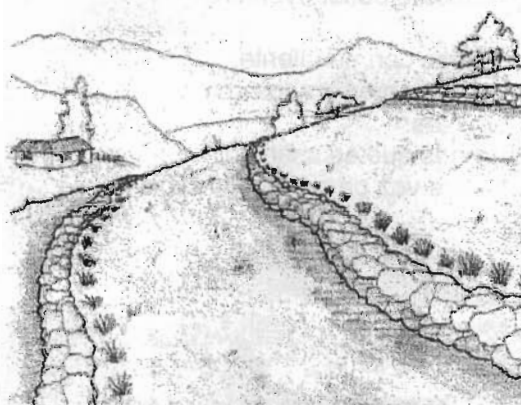
Barreras muertas

Es un muro que se construye con materiales que no tienen vida:

- piedras
- tierra
- troncos
- ramas

Las barreras muertas de piedras

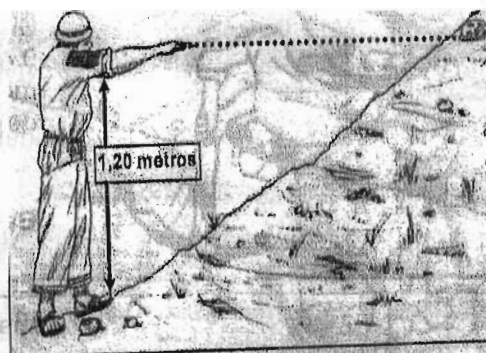
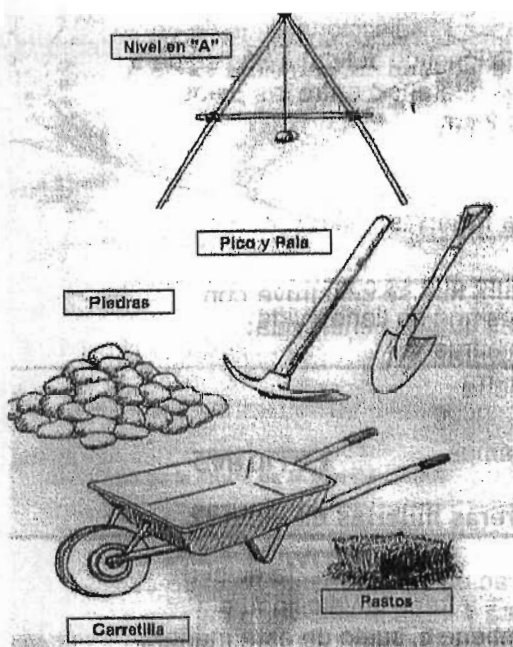
Se colocan en las curvas de nivel de una ladera y frena la velocidad del agua y retiene el suelo de esta manera.



Con las barreras muertas de piedras se evita que el agua se lleve el suelo.

Las mejor barrera muerta se hacen con piedra del lugar, de otra manera resultan costosas. Las piedras acomodadas de buena forma evitan la pérdida del suelo; así reducen la erosión.

Los materiales que se necesitan para la construcción de las barreras muertas de piedras, son:

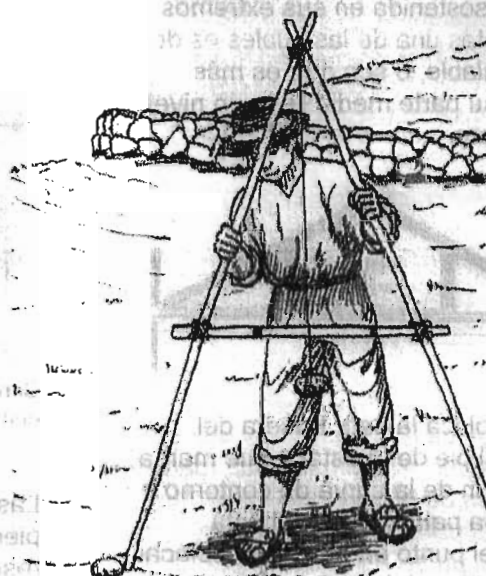


La distancia entre las barreras muertas depende de la pendiente: a más pendiente, menos distancia, con esta metodología se conserva una distancia vertical (altura) de 1 metro con 20 cm aproximadamente.

Con el nivel "A" se marcan las líneas sin pendiente donde se piensa construir la barrera muerta de piedra.

Estas barreras se construyen en:

- 1- terrenos con pendiente.
- 2- terrenos amenazados con cárcavas.
- 3- terrenos que se usan por primera vez para la producción.



Trazado de las curvas de nivel para barrera muerta de piedras

Para la construcción de las barreras muertas de piedras, se siguen los siguientes pasos:

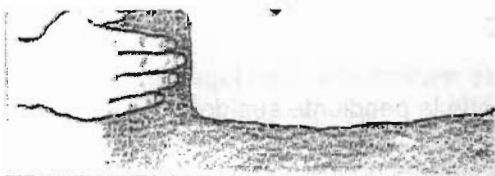
Se determina una línea maestra mediante el método visual, determinando la distancia entre barreras y marcando estos puntos con piedras.

Se abre una zanja sobre la curva de nivel, la cual sirve de cimiento de las piedras de la barrera muerta.

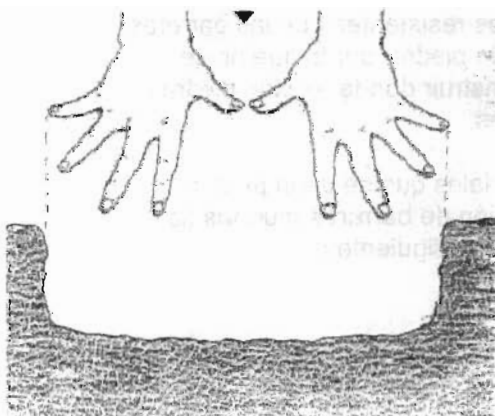


Excavación de la zanja

La zanja debe tener una profundidad de 10 cm



El ancho de la zanja debe ser de 40 cm



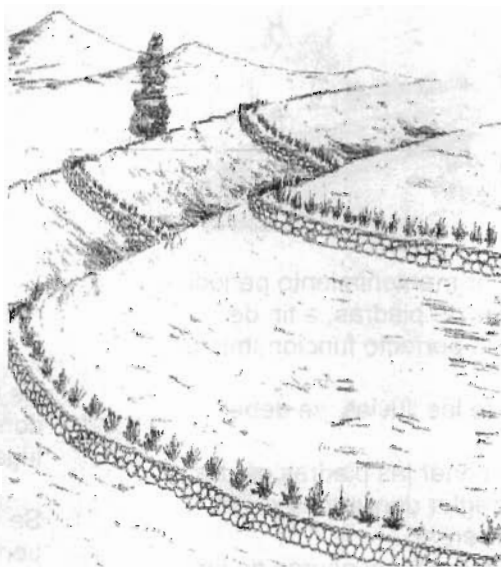
Se acomodan las piedras en la zanja, cuidando de dar la forma correcta a la barrera.

Ancho de las barreras muertas de piedras: 40 cm.

Altura: por lo menos 30 cm.

Las piedras grandes deben colocarse abajo como cimiento; las medianas y pequeñas se colocan encima.

Una vez que se acomodan las piedras, las barreras de piedras muertas, deben quedar así.



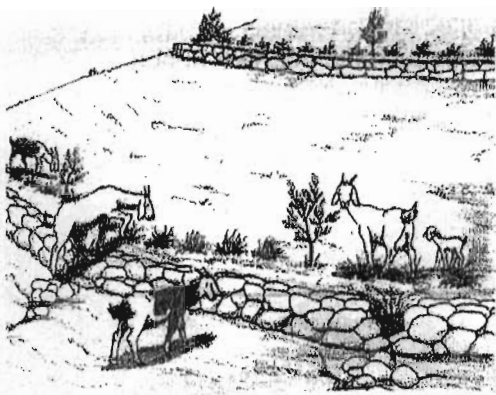
Las barreras muertas de piedras se refuerzan con la plantación de pastos, y arbustos. Estas plantas hacen funcionar estas barreras mejor.

Los arbustos y pastos se colocan en la parte de arriba de las barreras muertas de piedras.

El pasto se debe plantar a una distancia de 20 a 30 cm, y los arbustos de 30 cm a 1 metro.

Los enemigos de estas barreras son:

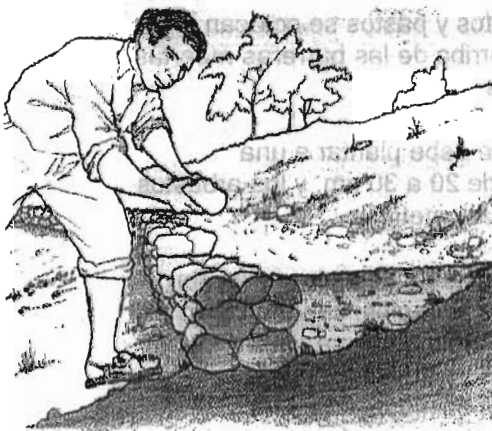
- 1- Los animales: cuando pisan las piedras, estas se caen y se deshacen las barreras.
- 2- Los animales se comen las plantas que refuerzan las barreras.



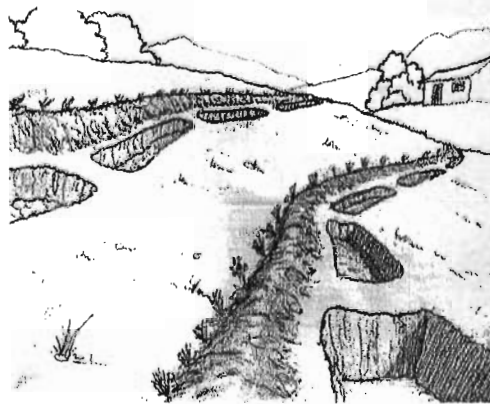
Se debe dar mantenimiento periódico a las barreras de piedras, a fin de asegurar su perfecto funcionamiento.

Después de las lluvias, se debe:

- 1- Reponer las piedras caídas
- 2- Arreglar derrumbes en las barreras
- 3- Aumentar las alturas de las piedras con otras capas a medida que se retiene sedimento.



Barreras vivas de tierra



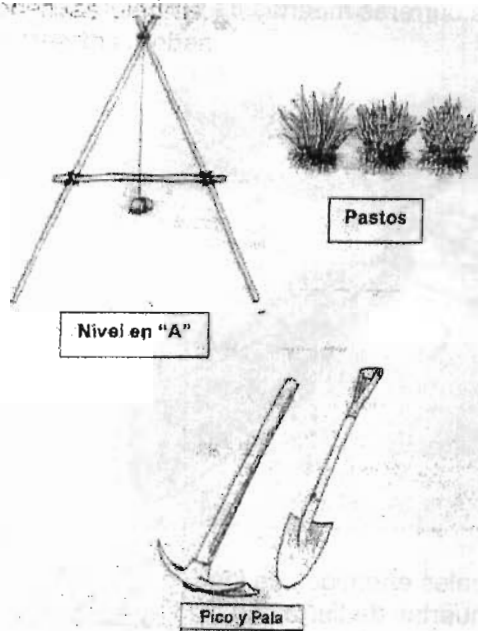
Es una especie de borde construido con tierra que se obtiene del mismo lugar.

Se construyen en lugares con poca pendiente.

- 1- Solo recomendable en lugares donde la pendiente sea de 10% o menos.
- 2- En lugares donde no hay piedras para construir barreras muerta de piedra.

Son menos resistentes que las barreras muertas de piedra, por lo que no se deben construir donde existen piedras disponibles.

Los materiales que se usan para la construcción de barreras muertas de tierra son las siguientes:



Para la construcción de las barreras se siguen los siguientes pasos:

Mediante el método visual se marca "la línea maestra" y los puntos donde se ubican las barreras muertas de tierra.

Recordar que la separación entre barreras debe ser de aproximadamente 10 metros.

Con el nivel "A" se marcan las líneas sin pendiente. Sobre las líneas sin pendientes se marcan los lugares para sacar la tierra con la cual se construirán las barreras muertas de tierra.

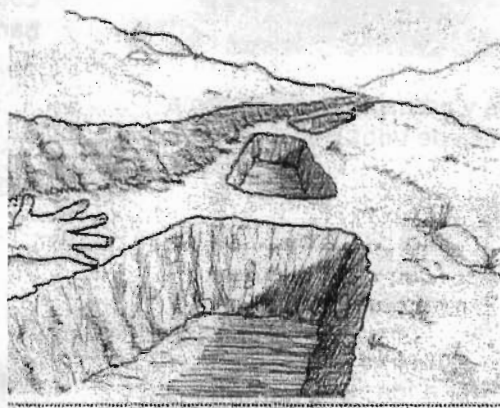
Las medidas son las siguientes:

Largo: 2 metros
Ancho: 40 cm
Profundidad: 20 cm
Separación entre zanjas: 40 cm

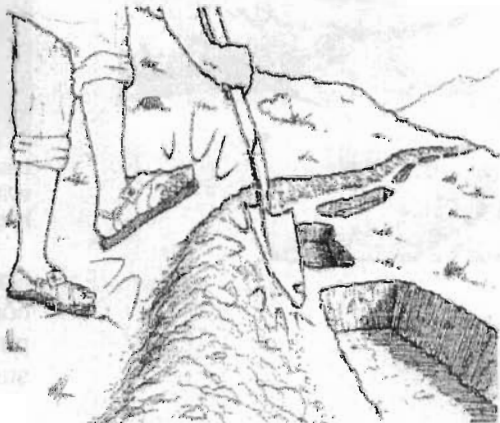
La tierra excavada debe formar una barrera que no deje pasar el agua, por lo que se debe tener cuidado en colocarla en la parte superior de las zanjas.



Debe tenerse el cuidado de que la tierra de la barrera no caiga dentro de las zanjas, esta debe colocarse por lo menos a unos 20 cm de la parte superior de las zanjas.



Una vez terminada la excavación y formación de la barrera de tierra se debe proceder a compactar la misma, ya sea con los pies o con la pala. La compactación de la tierra es un paso importante ya que evita que la lluvia se lleve la barrera.



Para que las barreras muertas de tierra se consoliden y funcionen mejor, deben reforzarse con pastos y arbustos de la comunidad. El Pachulí, ha sido utilizado con mucho éxito.

La plantación de pastos y arbustos se realiza a ambos lados de la barrera muerta de tierra, para que quede bien fuerte y reforzada.



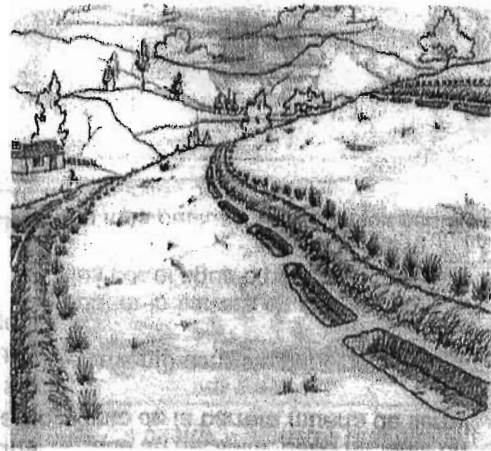
Los pastos y arbustos se siembran a una distancia de unos 30 cm de distancia.

El mantenimiento de las barreras de tierra debe ser cada vez que se necesite. El mantenimiento debe comprender;

- 1- Volver a formar la barrera cada vez que es destruida por el agua o los animales.
- 2- Reforzar con más pastos y arbustos los partes débiles de las barreras.



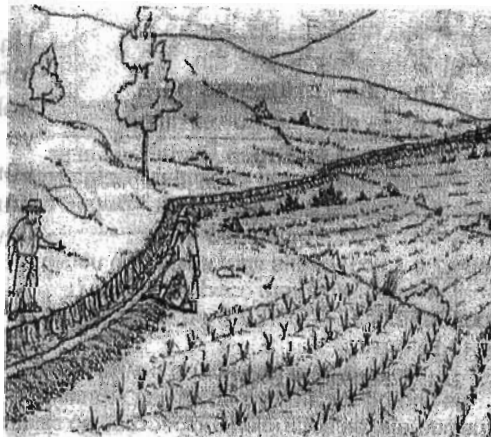
Vista de las barreras muertas de tierra terminadas



Los principales enemigos de las barreras muertas de tierra son:

- 1- Lluvias fuertes, que rompen las barreras donde no están bien niveladas.
- 2- Las animales, especialmente ovejas, chivos, los que comen los pastos y arbustos debilitando las barreras.

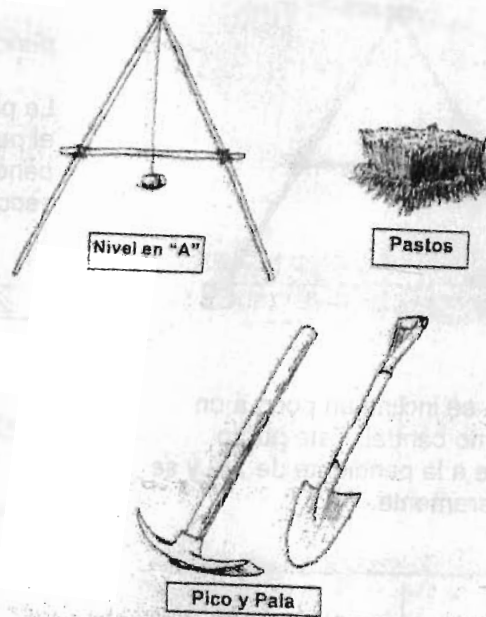
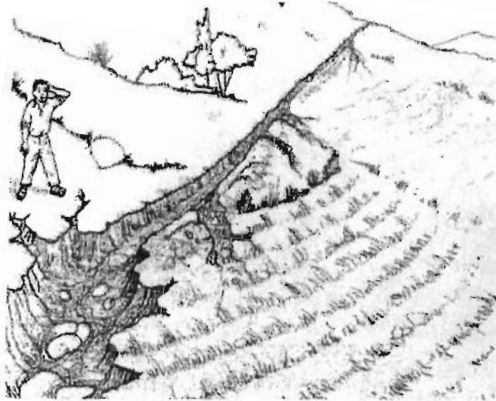
Zanjas de coronación



Las zanjas de coronación tienen como finalidad evitar que el agua que corre por las laderas haga daño a los cultivos

Son especies de canales que se construyen en la parte alta de las parcelas agrícolas, a fin de proteger los suelos de fuertes lluvias.

Debemos tener en cuenta que si las hacemos con mucha pendiente, pueden ocasionar problemas de erosión.



Las zanjas de coronación mejoradas se distinguen de otras zanjas de coronación porque se construyen de manera más técnica. Es decir, las zanjas de coronación mejoradas son:

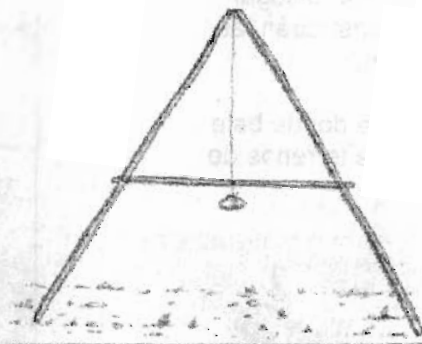
- 1- Zanjas un poco mas profunda
- 2- Tienen una caída mas suave (de 1 a 2% de pendiente)

Por tanto, desvían el agua proveniente de parte altas sin causar daños de erosión.



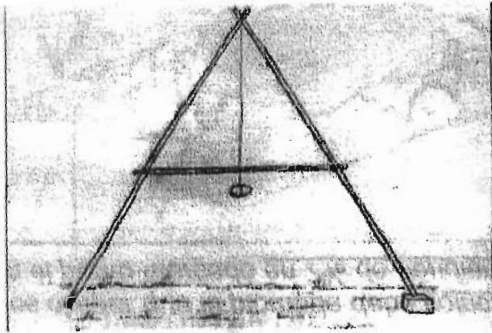
Construcción de la zanjas de coronación.

Se debe calibrar el nivel "A" con un 2% de pendiente. Primero se coloca el nivel en un lugar plano, haciendo coincidir la plomada con el punto central.

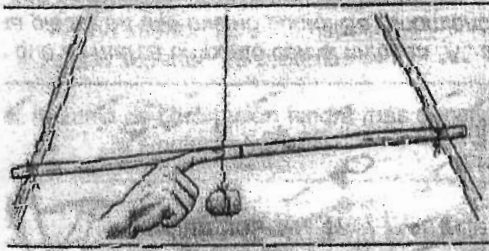


Luego se coloca debajo de una de las patas del nivel un taquito de madera de 4 cm de alto.

Los materiales que se necesitan para la construcción de zanjas de coronación son:



La plomada se inclina un poco a un lado del punto central. Este punto corresponde a la pendiente de 2% y se lo marca claramente.



Para una pendiente del 1% se utiliza un taquito de 2 cm de alto.

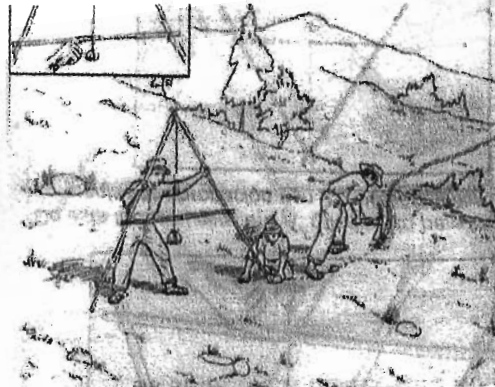
Es importante identificar el lugar correcto donde se construirán las zanjas de coronación.

Deben ser los lugares donde baja mucha agua hacia los terrenos de cultivo.



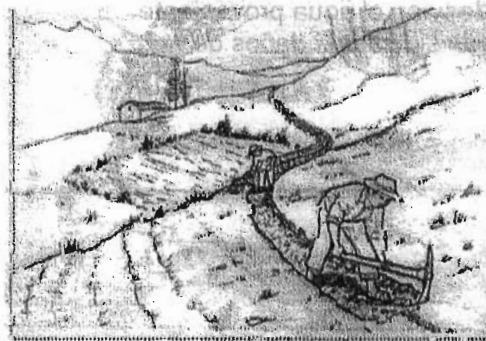
Con la ayuda del nivel "A" se marca la pendiente de la zanja de coronación.

La plomada debe coincidir siempre con el punto marcado en 1% o 2% de pendiente, de acuerdo a la pendiente escogida.

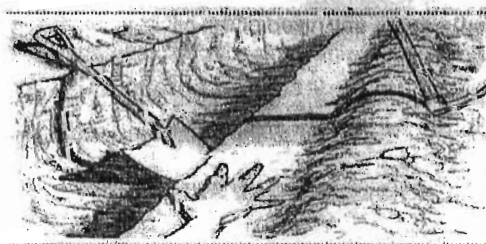


Cada vez que se marca un punto con el nivel "A", se coloca una piedra en ese punto, con un pico se aclara la línea marcada con las piedras, para facilitar la posterior excavación.

Luego se procede a excavar la zanja de coronación siguiendo la línea marcada previamente.



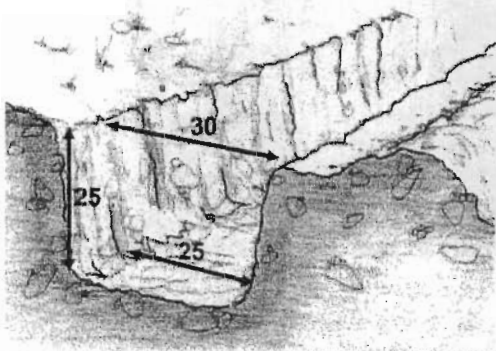
La tierra excavada se debe colocar por lo menos a una distancia de unos 20 cm del borde de la zanja.



Las dimensiones mínimas de la zanja de coronación son:

Profundidad: 30 cm
Ancho inferior: 25 cm
Ancho superior 25 cm

Entonces la zanja de coronación tendrá la siguiente forma:



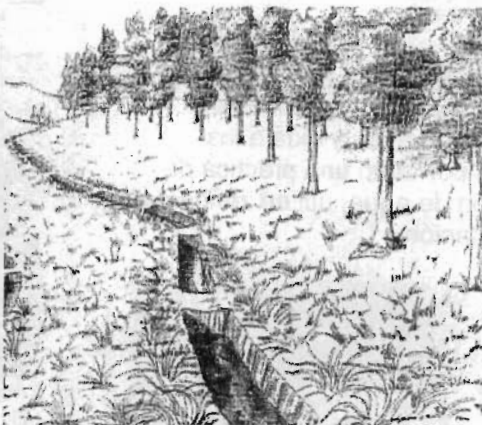
En caso de que el área de captación de agua sea muy grande, las dimensiones pueden aumentarse según las necesidades.

Mantenimiento.

- 1- Plantar pastos y arbustos sobre el borde de tierra.
- 2- Límpiase la zanja luego de fuertes lluvias. La tierra puede colocarse en las parcelas por su fertilidad.
- 3- Antes de iniciarse las lluvias, debe hacerse una limpieza con pico y pala.

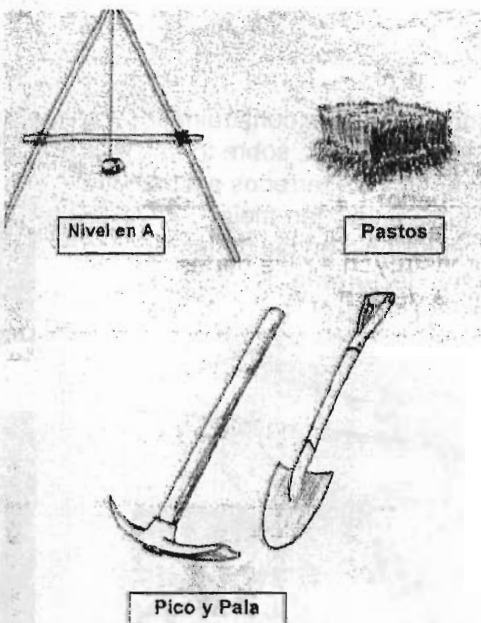
Zanjas de infiltración

Con la zanja de infiltración se aumenta la cantidad de agua en el suelo.



En los suelos con pendiente, cuando llueve se infiltra poca agua en el suelo. La mayor parte corre por la superficie y se pierde (escorrentía).

La zanja de infiltración, es un hoyo en el terreno, donde se acumula el agua de lluvia para que se infiltre en el suelo

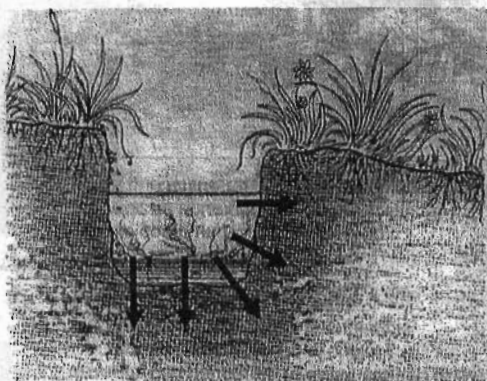


Materiales y herramientas usadas para construir zanja de infiltración

Funcionamiento de las zanjás de infiltración.

El agua que se acumula en las zanjás se infiltra en el suelo, y da humedad a las plantas situadas en la parte de debajo de la zanja.

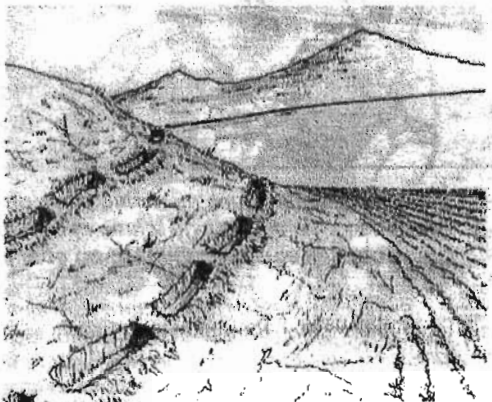
Estas zanjás ayudan a las plantas a tener más agua en los periodos de poca lluvia dando agua y vida a las plantas. Es por tanto una práctica de conservación de agua, útil en zonas de baja precipitación.



La infiltración del agua en el suelo por las zanjás da agua a las plantas de abajo

Donde se deben construir.

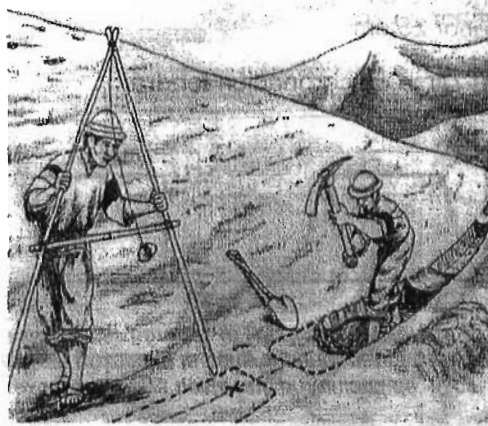
Lo más recomendable es construirlas en terrenos de pastizales, sobre todo en la parte superior de terrenos secos. En adición, ellas funcionan mejor cuando se construyen en las partes más inclinadas del terreno.



Zanjás de infiltración en terrenos seco e inclinado

Construcción

Con el nivel "A" se marcan líneas sin pendiente.



Trazado de líneas sin pendiente para zanjás de infiltración

Sobre las líneas se marcan las zanjás de infiltración, tomando en cuenta el largo y el ancho de las zanjás:

Largo de las zanjás: 2 metros

Ancho de las zanjás: 40 cm

Ancho del tabique: 40 cm



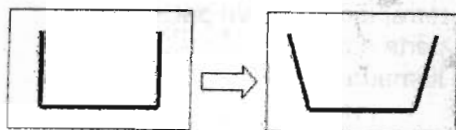
Largo: 2 metros



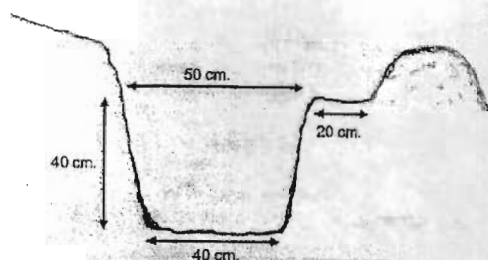
Ancho del tabique: 40 cm

Se excava la zanja hasta una profundidad de 40 cm. Luego se ensancha las partes superiores para

evitar que se caigan las paredes (taludes) de la zanja



La zanja ya terminada debe tener las siguientes medidas.



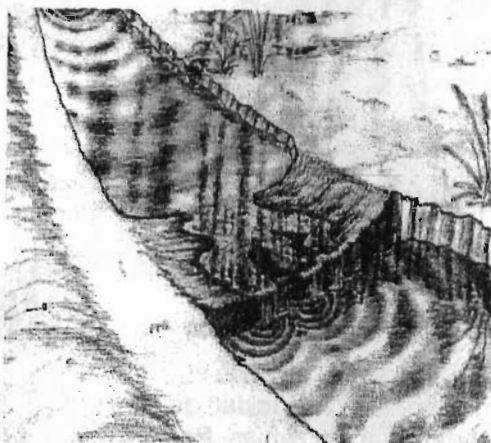
La tierra que se saca de la zanja de infiltración debe depositarse en la parte baja de la zanja formando un muro. No se debe colocar la tierra cerca de la zanja, sino a unos 20 cm de la zanja para evitar que caiga otra vez en la zanja.



Depósito de la tierra en la parte debajo de la zanja, a unos 20 cm de distancia

El espacio entre una y otra zanja de infiltración, también debe excavarse hasta una profundidad de 10 cm.

Esto es importante porque permite que el agua de una zanja llena pase a otra llenando todas las zanjas por igual.

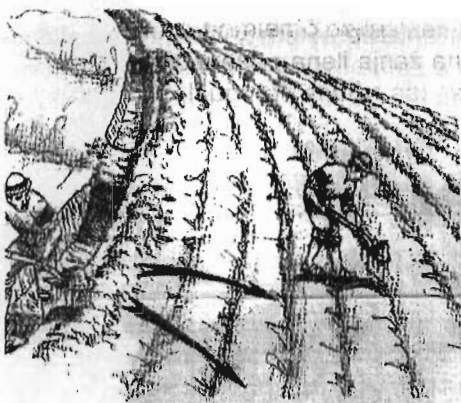


Es bueno plantar pastos sobre ambos lados de las zanjas para que sean más fuertes y duren más tiempo.



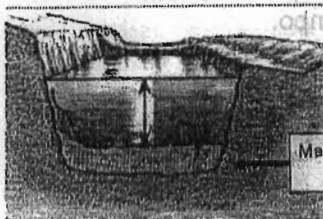
Mantenimiento de las zanjas.

Con cada aguacero, las zanjas se llenan de tierra y restos de plantas. El material acumulado es fértil, por lo que se debe llevar de nuevo al terreno.



Mantenimiento de las zanjas de infiltración

Se debe recordar que al sacarse el suelo acumulado, más capacidad de acumulación tendrán las zanjas. Por tanto debe ser realizado permanentemente.

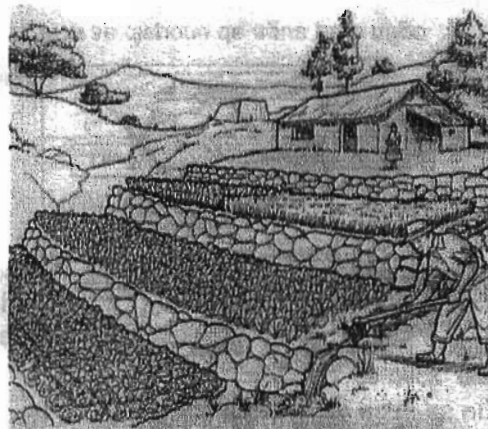


Se debe evitar que los animales entren en las zanjas de infiltración a fin de evitar que los mismos puedan derrumbar los costados y comer los pastos que protegen los muros.

Terrazas de banco

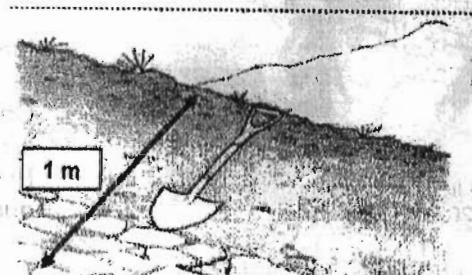
Son practicas de conservación de suelos y aguas, las cuales tienen una parte plana o terraplén que sirve para cultivar y una parte cortada verticalmente llamada talud.

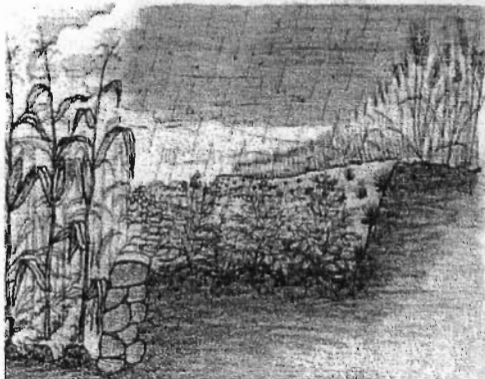
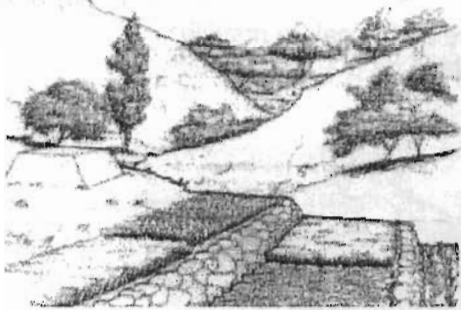
Se llama terraza de banco porque en su forma se parece a un banco o una silla.



Lugares donde se construyen terrazas de banco.

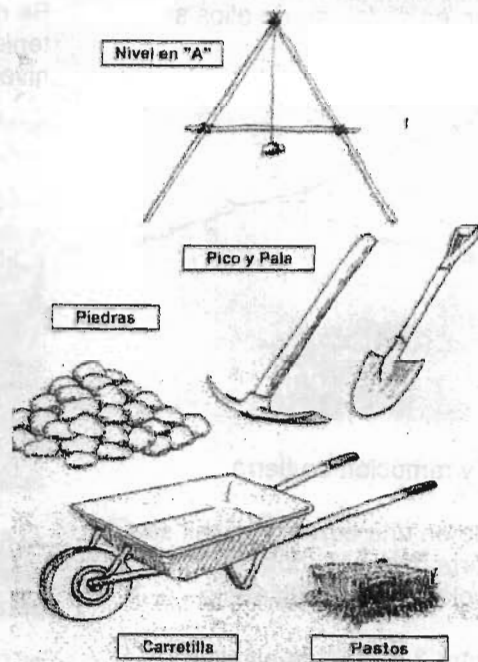
- 1- En lugares de pendientes altas
- 2- Donde el suelo sea profundo, o sea donde las piedras o rocas estén a más de un (1) metro de profundidad.
- 3- Donde se dispone de agua para riego.
- 4- Donde no llueve mucho, para aprovechar mejor la poca cantidad de agua que cae.





Con las terrazas de banco se aseguran las cosechas de cultivos tradicionales en época de lluvia y hortalizas durante todo el año.

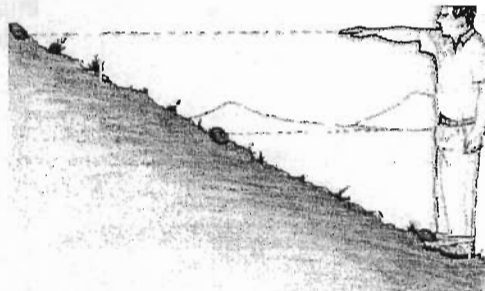
Los materiales y herramientas usadas en su construcción son:



Construcción

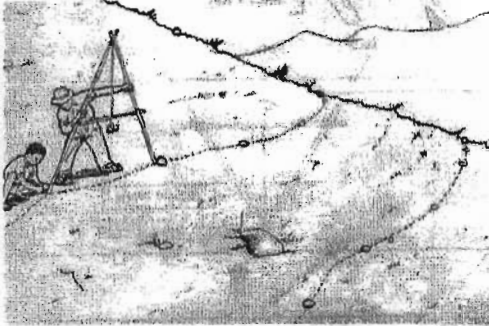
- 1- Mediante el método visual se marcan 2 puntos: uno donde están los pies y el otro donde señala el brazo.
- 2- A seguida, justo en la mitad entre los dos puntos, se coloca otro intermedio que coincide más o menos a mitad de la cintura.

Cada punto indica donde se iniciara el corte. De esta manera los taludes de las terrazas de banco tendrán una altura de más o menos 1 metro.



Trazado de las curvas de nivel

A partir de los puntos marcados en el paso anterior, en cada uno de ellos se trazan las curvas de nivel.



Excavación y remoción de tierra

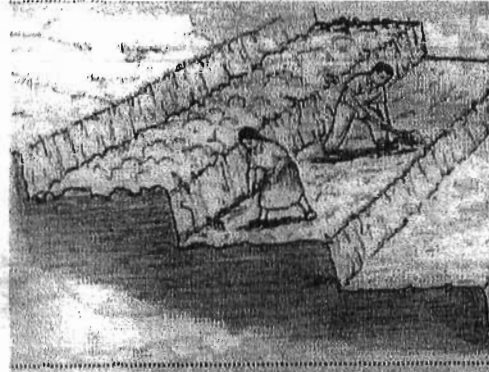
Comenzando en una curva de nivel, se excava la tierra depositándola en la curva de nivel marcada más abajo.

Entonces entre 2 curvas de nivel se excava la mitad de la tierra, para llenar la otra mitad, hasta obtener un terraplén, que es la primera terraza de banco.



Nivelación y compactación de las terrazas

Se deben nivelar con pala o rastrillo, teniendo cuidado de que queden bien niveladas.

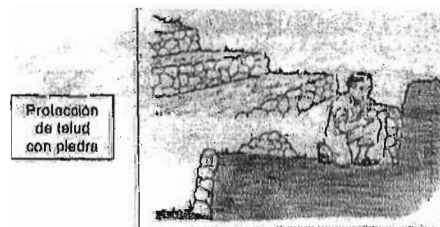


Al finalizar se debe tener una terraza nivelada con taludes de una altura aproximada a 1 metro.

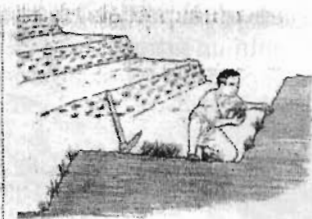


Estabilización de paredes o taludes

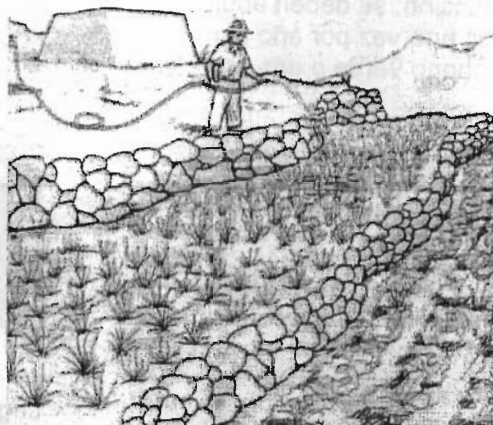
Para estabilizar las paredes de las terrazas, para evitar que las mismas se derrumben, se deben proteger con piedras o pastos del lugar. Lo importante es proteger las paredes de la terraza.



Protección
de talud
con pastos

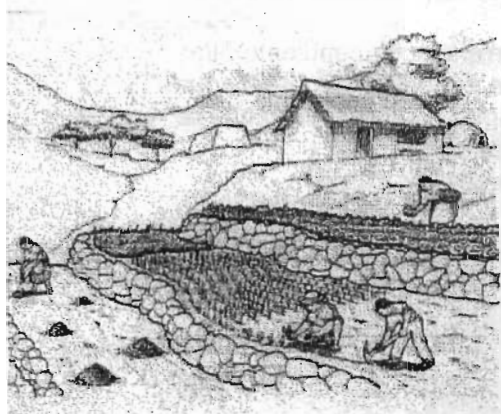


Es una alternativa excelente donde las lluvias son escasas.



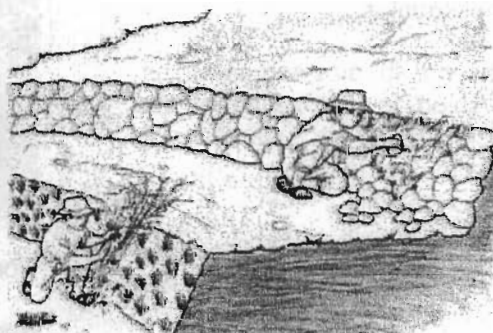
Ventajas

Una de las ventajas más grandes de las terrazas de banco es que se puede hacer uso intensivo del suelo, además de que los abonos orgánicos que se usen, se aprovechan mejor.



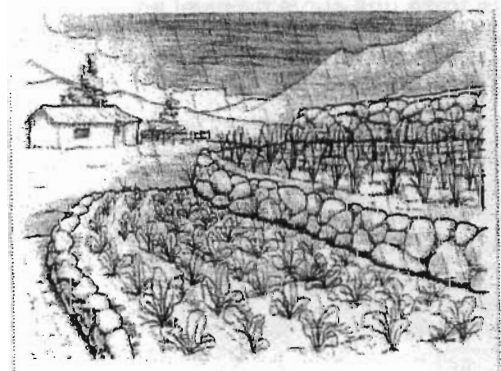
Mantenimiento

Los taludes de las terrazas son muy susceptibles a derrumbarse, gauchas veces las fuertes lluvias causan daño derrumbando las piedras de los taludes o arrastrando los pastos. Por tanto el mantenimiento es necesario siempre.



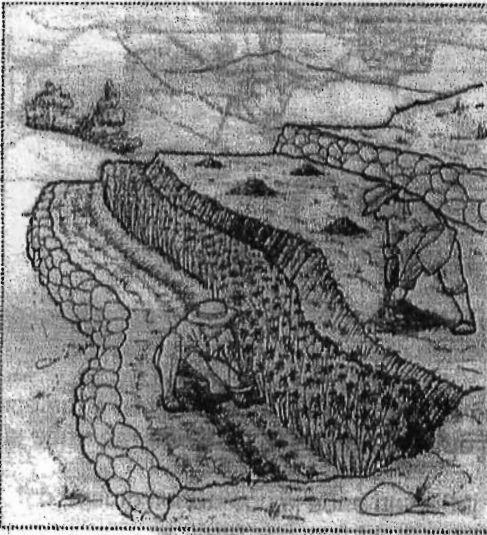
Las lluvias y el riego se aprovechan mejor.

Como las terrazas son planas, toda el agua que cae de las lluvias se infiltra y no se pierde casi nada.



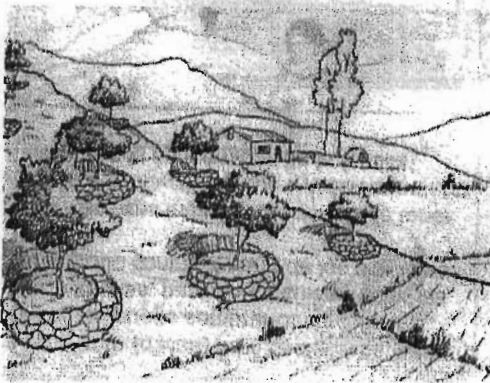
Lo mismo ocurre con el agua de riego. Toda el agua aplicada se queda ahí y es aprovechada por el cultivo.

Todo suelo necesita abono para producir. Por tanto, para que las terrazas de banco nos den siempre buena producción, se deben abonar por lo menos una vez por año con compost o abono verde o una mezcla de ambos.

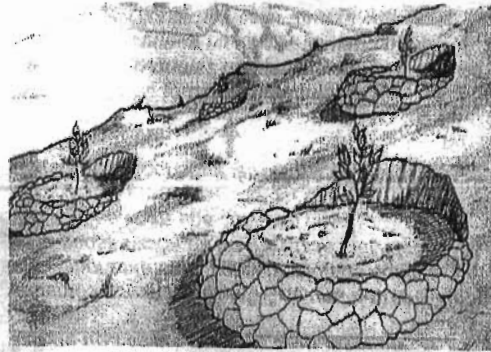


Terrazas individuales

Las terrazas individuales son prácticas de conservación de suelos y aguas que sirven principalmente para plantar con árboles frutales y forestales.

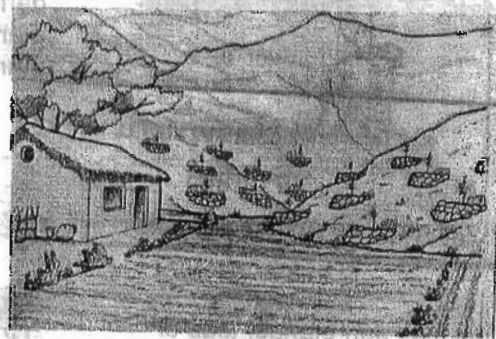


Es llamado individual porque en cada terraza se planta un árbol.



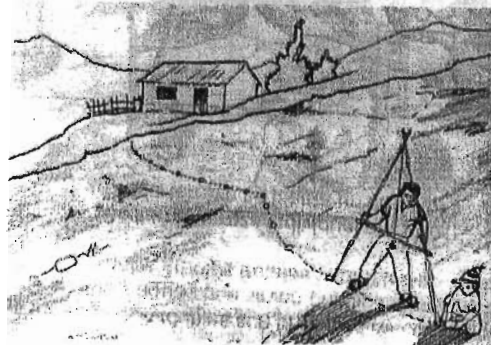
Lugares donde pueden construirse

- 1- Terrenos con pendiente altas que puedan captar más agua.
- 2- Donde no puedan sembrarse otros cultivos.
- 3- Cerca a las casas.

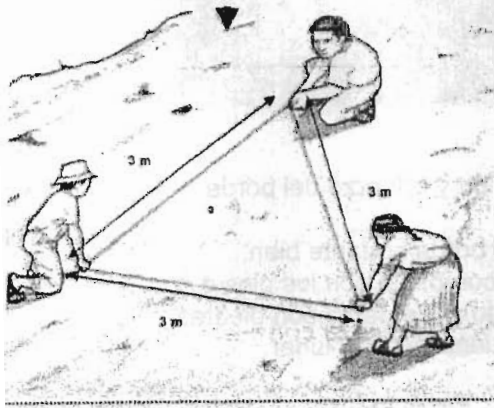


Construcción de las terrazazs

Para ello se traza una curva de nivel en la parte más alta del terreno donde se quiere construir las terrazas.



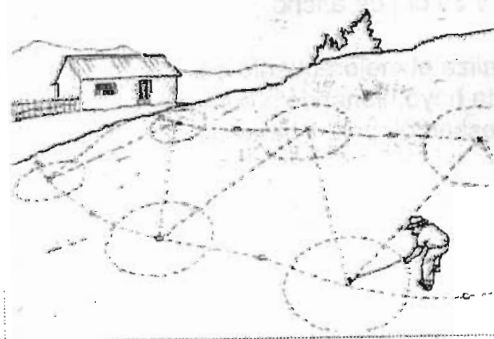
Antes de iniciar la construcción de las terrazas individuales se construye una herramienta sencilla: el "triángulo de sogá". El tamaño del triángulo depende de la distancia que se quiere dejar entre plantas.



Ubicación de las terrazas

Tomando como base la curva trazada, se inicia el trazo para la ubicación de las terrazas individuales, usando el triángulo de sogá. Para ello, se necesitan 3 personas para hacer el marcado, si es de madera, una sola persona puede hacer el trazado.

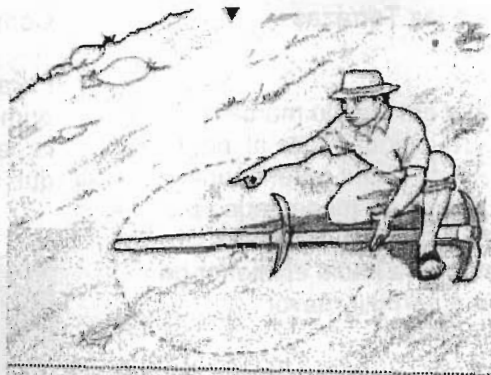
En cada esquina del triángulo se deja una marca con estaca o piedras (estos serán los lugares donde se construirá cada terraza individual). De esta manera se obtiene un diseño llamada tresbolillo: las terrazas individuales quedan a distancias iguales y en forma de triángulo.



Marcado de las terrazas

Sobre los puntos trazados, se marcan los lugares donde se excavarán las Terrazas Individuales.

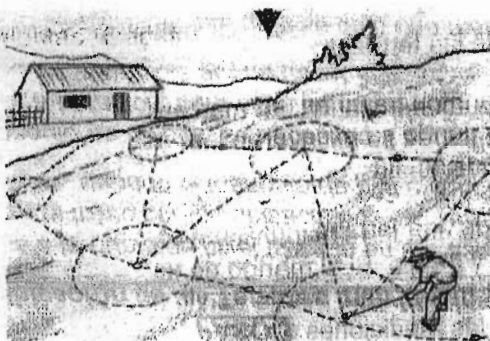
El tamaño de una terraza individual es de 1 metro y medio. Si el mango de un pico mide 1 metro, este puede servir para hacer las mediciones de las terrazas, de la siguiente manera.



Luego se prepara una sogá del mismo tamaño del pico y se amarran estacas a sus dos extremos. Así la distancia entre ambas estacas medirá más o menos 75 cm.



Finalmente se marcan los círculos de ubicación de cada Terraza Individual, empleando la sogá con estacas como si fuera un compás, de la siguiente manera. Una estaca se coloca en el punto marcado anteriormente y con otra estaca se traza se traza el círculo de la Terraza Individual.



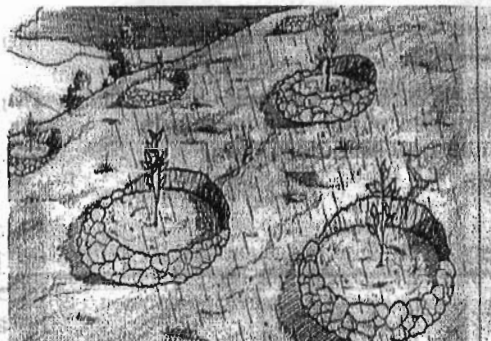
Excavación de las Terrazas Individuales

De la parte alta del círculo marcado se excava la tierra, colocándose al borde inferior del mismo hasta obtener una terraza casi plana. Es recomendable que la terraza tenga una pendiente levemente inclinada hacia el interior de la terraza, para permitir mayor infiltración de agua.



Formación del borde

Con la misma tierra excavada se forma el borde de la terraza individual. Este borde es muy importante porque evita que el agua acumulada en la terraza individual se pierda otra vez.



Compactación y refuerzo del borde

Para que el borde aguante bien, primero se compacta con los pies o con la pala; luego se refuerza con piedras que se encuentren en el lugar.



Plantación de frutales en las Terrazas Individuales

Para la plantación de frutales en las terrazas individuales se abre un hoyo dentro de cada terraza. El hoyo por lo menos debe medir 40 cm de profundidad y 30 cm de ancho.

Luego se realiza el mejoramiento del suelo en cada hoyo, llenándolo con una mezcla con estiércol, paja y tierra del hoyo.



Entonces se saca la planta de la funda y se le coloca dentro del hoyo.

Después de colocar la planta en su lugar, debe formarse con las manos un pequeño montón de tierra alrededor del tronco de la planta a fin de evitar que el agua reunida en la terraza individual afecte directamente la planta.



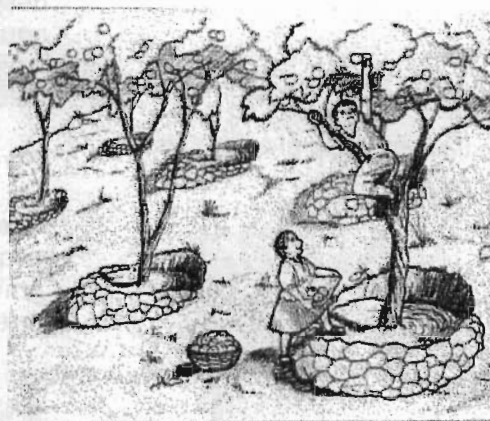
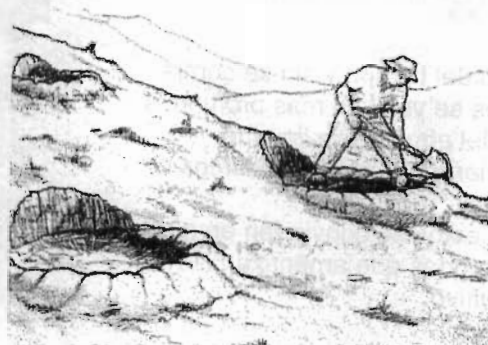
También es bueno colocar paja, hierbas y pequeñas piedras alrededor de cada planta. Esta práctica es conocida como "mulch" ayuda a mantener la humedad del suelo, así evita que las plantas se secan cuando no llueve o cuando hace mucho calor.

Mantenimiento de las terrazas individuales

Es importante el mantenimiento de las terrazas individuales, para que funcionen bien.

El mantenimiento consiste en dos actividades.

- 1- Sacar tierra acumulada en cada terraza luego de fuertes lluvias.
- 2- Arreglar las piedras sueltas del borde cada vez que se necesite.



Control de cárcavas

Las cárcavas son barrancos o zanjas, provocados por el agua de lluvia que corre sobre el suelo, llevándose grandes cantidades de suelo.



Formación de las cárcavas

Al principio la cárcava es solo un pequeño surco que apenas se ve en el suelo como resultado de un mal manejo de éste.

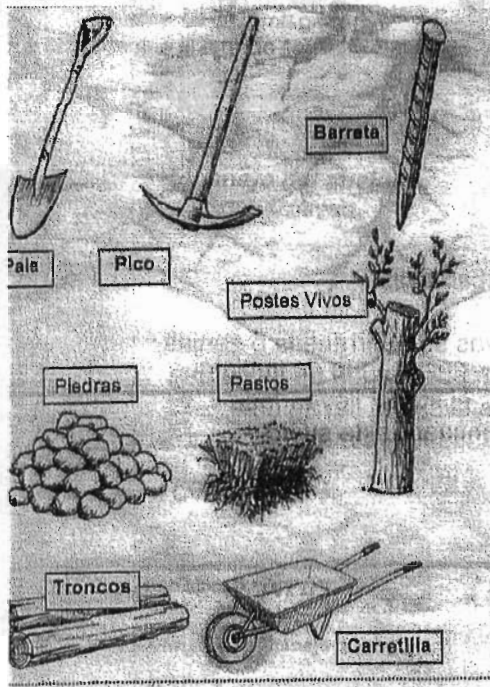
Con el paso del tiempo y sin se corrija, estos surcos se vuelven mas profundos por causa del agua de lluvia, que arrastra la tierra suelta de los surcos.

Finalmente estos se convierten en quebradas profundas que amenazan las áreas de cultivo.

Las cárcavas se conocen como:

Quebradas
Barrancos
Zanjones
Zanjas

Materiales utilizadas para el control de cárcavas.



Clases de cárcavas

Se pueden distinguir tres clases de cárcavas.

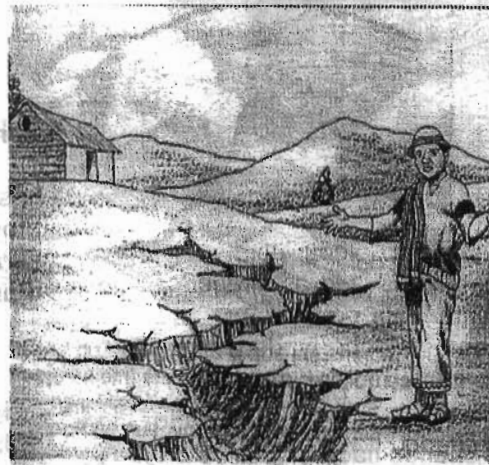
Cárcavas pequeñas



Aparecen como surcos en un terreno desprotegido donde se acumula el agua. Cuando son pequeños, son fáciles de controlar haciendo pequeños esfuerzos de trabajos.

Cárcavas medianas

Cuando no se controlan las cárcavas pequeñas, los surcos se hacen más grandes y profundos a causa del arrastre de tierra por el agua de lluvia.



Cárcavas grandes

Las cárcavas grandes son el resultado del descuido total del control de las cárcavas pequeñas y medianas que se que convierten en quebradas cada vez mas grandes.

Estas cárcavas son difíciles de controlar y requieren de enormes esfuerzos para su control.



Una cárcava descuidada crece con cada tormenta de lluvia, arrastrando más tierra fértil.

La cárcava crece en todas las direcciones, siempre buscando la tierra que pueda arrastrar más fácilmente.

La cárcava que crece hacia arriba se llama cabecera de cárcava, y con cada tormenta crece hacia arriba.



Para evitar que la cárcava crezca hacia arriba, tenemos que proteger la cabecera del terreno, con barreras de piedra, tronco, plantaciones forestales, etc.

Además, las actividades agrícolas siempre se deben hacer en curvas de nivel.



Si la cárcava crece hacia los costados (lados). La cárcava siempre trata de crecer mas a lo ancho y busca derrumbar los taludes o costados.

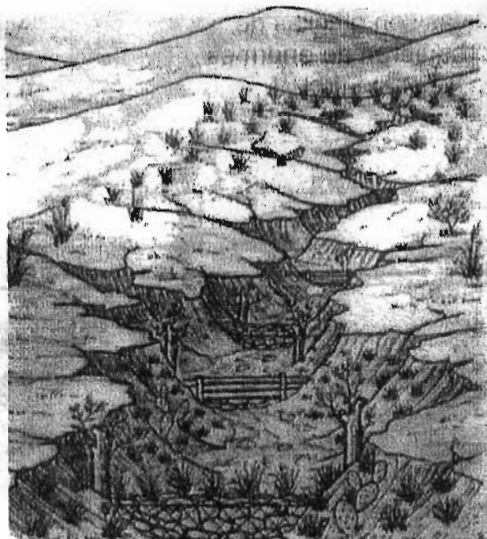
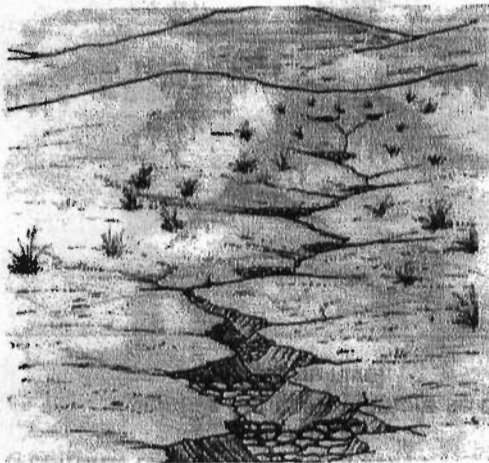


Para controlar una cárcava y recuperar el suelo, tenemos que construir trampas. Las trampas se colocan en las cárcavas, para contener el suelo y frenar la velocidad del agua.

Clases de trampas

Trampas de piedras

Cuando hay piedras fácilmente disponibles, las trampas controlan mejor las cárcavas.



Mantenimiento

Los trabajos de control de cárcavas requieren revisarse frecuentemente para asegurar su funcionamiento.

El mantenimiento comprende:

- 1- Acomodar las piedras o troncos en su lugar.
- 2- Remplazar postes vivos que se hayan desprendido.
- 3- Aumentar la altura de la trampa cuando se haya llenado de tierra.

Trampas de palos o troncos

Cuando no hay piedras, también se pueden controlar las cárcavas con palos o troncos. Se debe tener en cuenta:

Plantar bien los postes
Cruzar palos a los costados
Asegurar los palos con alambre

Trampas combinadas de:

Piedras
Troncos
Gaviones
Postes vivos
Plantas, etc.

Tener en cuenta que los postes vivos se deben plantar en épocas lluviosas.

Cultivo en callejones

Imagine que en una finca se cuenta con un producto capaz de controlar la erosión, aumentar el rendimiento de las cosechas y absorber los contaminantes en aguas de escorrentía. ¿Y que si además pudiera proteger a los animales de fuertes vientos y temperaturas críticas, a la vez que éstos animales aumentan de peso y reducen los gastos de energía? Un producto que provea fuentes adicionales de ingreso y que provea diversidad al medioambiente, mantenga las aguas limpias y atraiga más vida silvestre. Seguramente la mayoría lo compraría.

Por supuesto un producto como éste no existe, sin embargo, sí existe un nuevo concepto que comparte estos atributos: agroforestería. La agroforestería combina los bosques con la agricultura. Éstos conservan los recursos naturales, el medioambiente, proveen nuevas fuentes de ingreso y ayudan a que los sistemas sean sostenibles mediante la protección que ofrecen a los cultivos y a los animales.

Administrar los árboles para conservación y sistemas de producción en fincas, comunidades y otros, significa sembrar las especies más idóneas para cada lugar, en la época correcta y en un patrón de siembra que favorezca los objetivos deseados. En un sistema agroforestal pueden incorporarse varias prácticas tales como: rompevientos, bosques ribereños de amortiguamiento paralelos a cuerpos de agua, árboles en asociación con pastos, siembras en callejones con cultivos anuales, árboles madereros y cultivos especializados de alto valor económico bajo el dosel o follaje.

La agroforestería puede ser una alternativa exitosa para dueños y usuarios de tierras y para todos los que se preocupan por el bienestar de suelos y aguas. Ésta provee la oportunidad de balancear productividad y ganancias con el medioambiente y dejar un legado de sistemas agrícolas saludables para el uso de futuras generaciones.

Cultivo en el bosque

En ésta práctica se manejan cultivos de alto valor comercial bajo la protección del dosel o follaje de los árboles. Si es necesario, el follaje se modifica para proveer el nivel correcto de sombra. Ejemplo de cultivos en el bosque son: setas, ornamentales, plantas medicinales y especias. Ésta práctica provee ingreso adicional mientras los árboles madereros crecen.

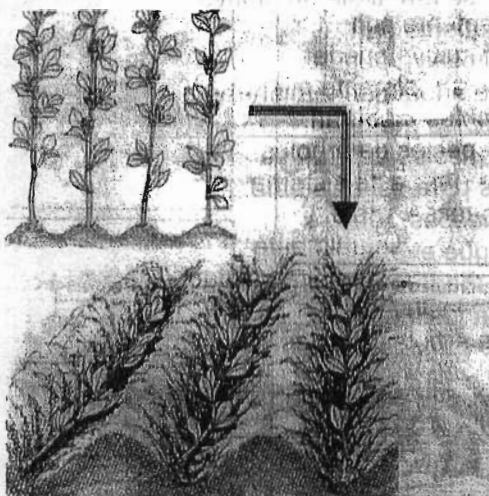
Cultivo en callejones

En un sistema de cultivo en callejones, se mantiene un cultivo simultáneamente con árboles. El cultivo puede cosecharse anualmente mientras que los árboles maduran. Algunas especies de árboles apropiados para éste sistema incluyen: nueces, roble, y nogal, los que eventualmente proveerán maderas de alta calidad. Otra opción incluye la siembra de árboles frutales.



Abono verde

Es cualquier planta que se entierra en el suelo para mejorar su fertilidad.



Plantas recomendadas como abono verde.

- 1- de rápido crecimiento.
- 2- Que aporten nutrientes al suelo.

Leguminosas (plantas que producen vainas), aportan nitrógeno al suelo ya que lo fijan en las plantas a través de nódulos en las raíces.

La producción de plantas cultivadas para la obtención de abono verde, tal como habichuelas, no es una práctica recomendada ya que su producción tiene un costo. Lo correcto es el corte de ramas de leguminosas no comestibles como: chachá, leucaena, lino, etc. Se debe escoger las partes más tiernas para su rápida descomposición.

Las gramíneas tales como paja de arroz, tallos de maíz, sorgo, pangola, pasto de corte, hierba guinea, en lo posible se deben cortar e incorporar al suelo antes de la floración, ya que la cantidad de nutrientes es más alta esa etapa. Estas plantas aportan fósforo al suelo.

Además de leguminosas o gramíneas se puede incorporar cualquier planta silvestre al suelo, recordando que se

debe cortar antes de que entre en floración y que este verde.

Incorporación de abonos verdes al suelo.

Prepare el terreno como se acostumbra.

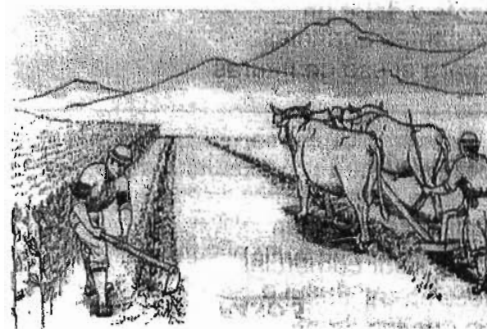


1-Abrir un surco al lado de donde irán las plantas cultivadas.

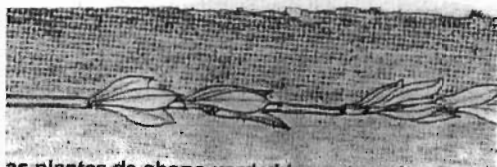
2- córtense las plantas antes de la floración.

3- Incorpórese el abono verde en cada surco abierto.

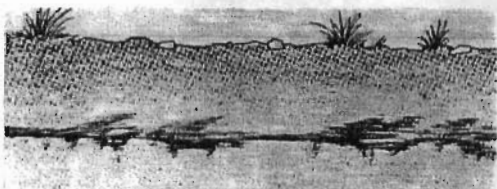
4- Tape el abono verde con azada o yunta de bueyes.



Déjese descansar el abono verde en el suelo. Si hay buena humedad, en 2 o 3 meses se habrán podrido y liberado sus nutrientes.



Plantas verdes enterradas en el suelo



Plantas después de 2 o 3 meses podridas y listas para su aprovechamiento por el próximo cultivo

Recordar que los abonos verdes no es un sustituto de la fertilización química, sino parte de un plan integrado de manejo de fertilización, que debe comprender además, compost y fertilizantes químicos.

Su mayor valor esta en el mejoramiento de las características físicas del suelo, y de su capacidad de retener agua y nutrientes.

Compostera

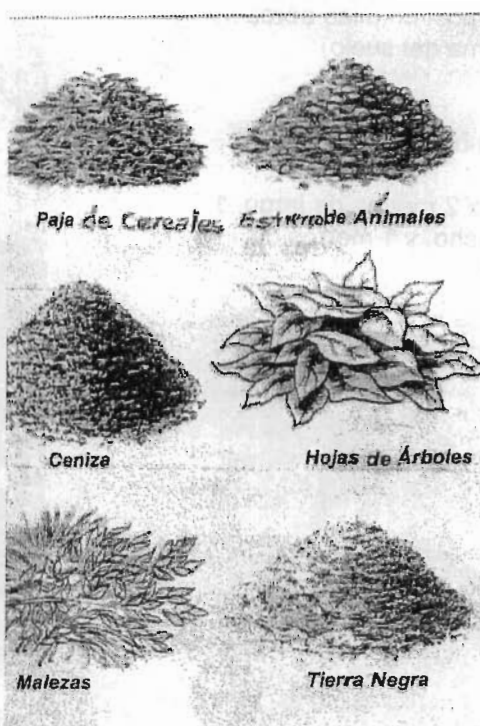
El compost es un material orgánico que resulta de la descomposición de desechos orgánicos vegetales y animales.

Es un buen abono para el crecimiento de las plantas, sin embargo, su mayor valor es en el mejoramiento del suelo.

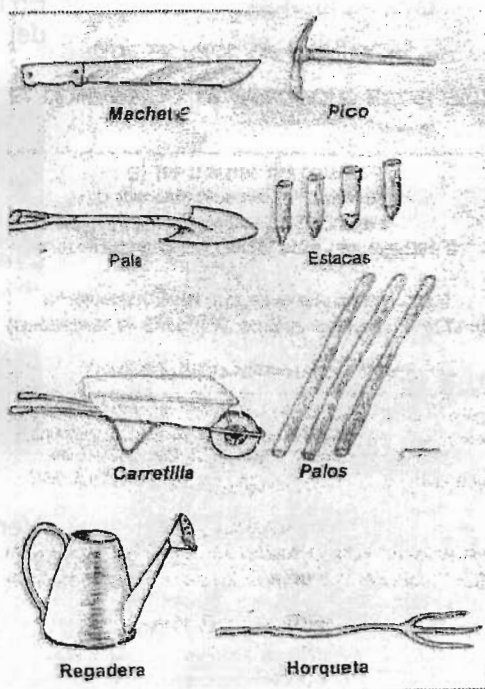
Para la elaboración del compost se puede utilizar:

- 1- Desechos de la cocina
- 2- Rastrojos o desechos de cosechas
- 3- Hierbas del campo, etc.

Los materiales que pueden utilizarse son los siguientes:



Las herramientas que se necesitan para su elaboración, son las siguientes:



Clases de composteras

- 1- Compost en hoyos (subterráneo)

2- Compost en pilas aéreas (encima del suelo)

Compost en hoyos

Excávase de 2 metros de largo, 1 metro de ancho, y 1 metros de profundidad.



Deposite en el hoyo de acuerdo a la disponibilidad, materiales orgánicos, tales como: rastrojo de hierbas, estiércol, sobras de comida, etc.

También se debe echar cenizas y tierra del lugar.



A los 3 o 4 meses de iniciada la elaboración del compost, se debe realizar un "volteo", sacando el material a la superficie, mezclando y volviendo a llenar al hoyo. Si el material está seco se debe regar.



Después de más o menos 1 año el compost está listo para llevar al campo, para ser utilizado.

En lo posible el compost debe sacarse del hoyo antes del inicio de las lluvias.



Ventajas del compost de hoyos

- 1- Se requiere de poca cantidad de agua
- 2- En el hoyo se retiene la humedad en la época seca
- 3- Se puede agregar desechos poco a poco en el hoyo

Desventajas del compost de hoyos

- 1- El tiempo necesario para obtener el compost es más o menos un año
- 2- En época de lluvias se llena el hoyo y esto perjudica la descomposición
- 3- El material puede atraer moscas, mosquitos y otros insectos



Compost en pilas aéreas

Elíjase el sitio apropiado tomando en cuenta los siguientes criterios:

- 1- Cerca de una fuente de agua
- 2- Donde le de el sol (lugar soleado)
- 3- Protegido del viento
- 4- Cerca del terreno donde se utilizará el abono

Las hierbas grandes se deben picar en pedazos pequeños, para facilitar su mezclado con otros materiales.

Se siguen los siguientes pasos:

Márquense los límites de la compostera, con dimensiones de 2 metros de largo y 1 metro de ancho. (Las dimensiones son variables)



A continuación se mezclan parte de los materiales con una horqueta, mientras se va regando con agua y agregando ceniza.

Es importante obtener una buena mezcla de los materiales, para que la descomposición de los mismos sea más rápido.

Se trasladan malezas, rastrojos, cenizas, estiércol, desechos de cocina, y otros materiales al lugar donde se construirá la compostera.



Ahora se puede colocar el material mezclado y húmedo en el lugar delimitado. Si falta humedad se debe regar un poco.

A continuación se inicia la construcción de la compostera con el material mezclado y húmedo.



Al tener una altura de más o menos $\frac{1}{2}$ metro, se colocan dos palos verticalmente en la compostera, los cuales sirven como respiradero.

Después se sigue agregando material, mientras se va compactando de vez en cuando con la horqueta, una pala o los pies, para obtener una compostera estable y compacta.



Al terminar la compostera se debe tapar con ramas, paja o tierra a fin de evitar el desecamiento del sol.

Luego de 3 a 5 días se deben quitar los palos y dejar la compostera por lo menos por 1 mes, revisando la temperatura interior. Esto se hace simplemente poniendo la mano por un costado en la compostera. Si está caliente está en buen proceso.

Cuando la compostera este Oria (más o menos al mes), se debe proceder al volteo, mezclando otra vez todos los materiales, regando las partes secas, aumentando la cantidad de ceniza y dando de nueva la forma a la compostera. El volteo se debe repetir cuando sea necesario.



- 2- Se requiere mas mano de obra al preparar los materiales el marcial de la compostera y los cuidados posteriores

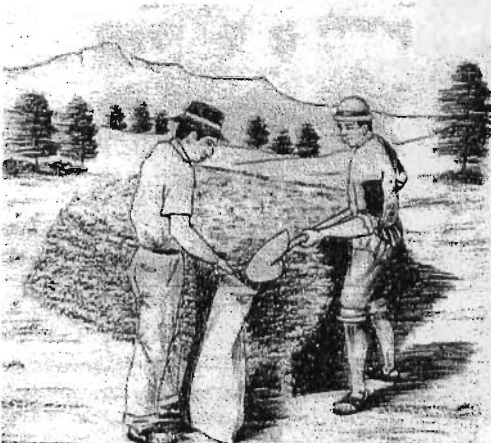
Uso del compost

Como se produce en pequeñas cantidades, se debe usar eficientemente. Por ejemplo, en la producción de hortalizas, donde se cultivan 2 o 3 veces por año, el compost es un material excelente para aumentar la producción.



Más o menos a los 3 meses, el material se habrá convertido en abono orgánico, reduciéndose a la mitad de su cantidad original.

Ahora el compost esta listo para su uso en el lugar donde se necesita.



Ventajas del compost en pilas aéreas

- 1- Requiere poca mano de obra
- 2- La descomposición de los materiales es mas rápida que el compost en hoyos
- 3- Permite utilizar muchas hierbas y desechos del campo

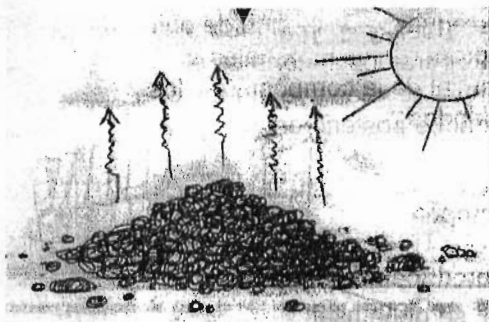
Desventajas del compost en pilas aéreas

- 1- Se requiere mayor cantidad de agua

Construcción y usos de estercoleros

Generalmente no se le da importancia a la forma de manejo y conservación del estiércol, el cual si se usa, se deja a la intemperie hasta el momento de su utilización.

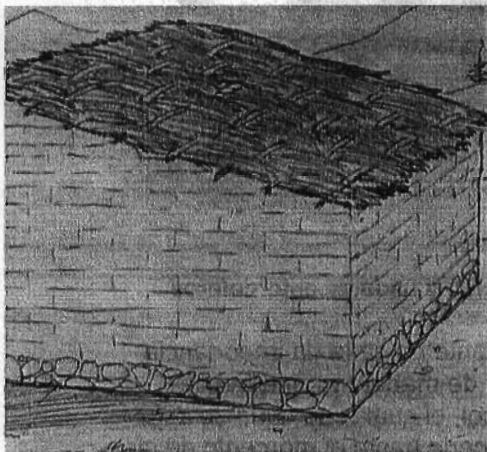
Por la acción del sol y la lluvia el estiércol que se deja sin protección, pierde su calidad, por lo que las su capacidad de liberar nutrientes para la nutrición de las plantas, disminuye.



El sol ocasiona la disponibilidad de nutrientes del estiércol, principalmente nitrógeno

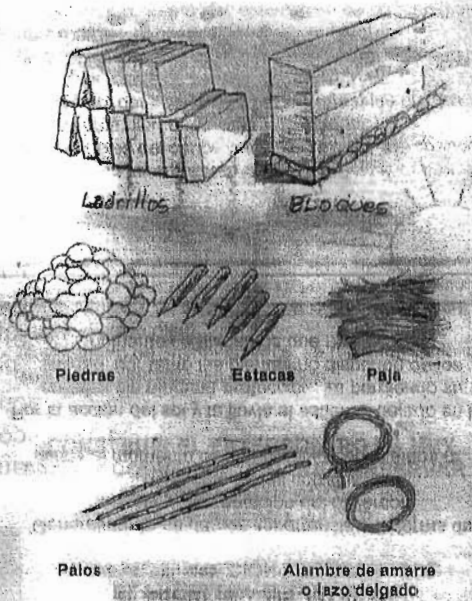
El estercolero

Es un depósito para guardar el estiércol en mejores condiciones que en el corral. Consta de cuatro paredes y se construye con materiales como ladrillos, bloques, yagua, cana, etc.

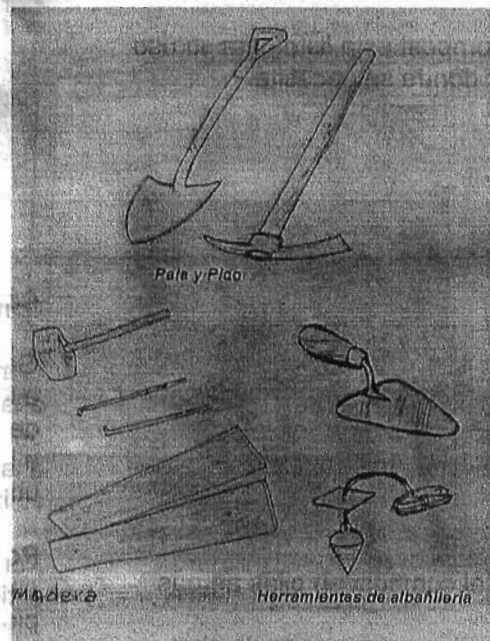


Necesariamente el estercolero debe tener un techo para proteger el estiércol de la lluvia y los rayos de sol.

Para la construcción del mismo, se necesita:



Las herramientas necesarias son:



Ubicación

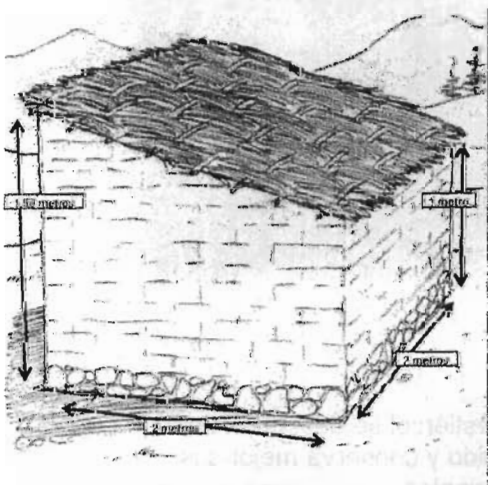


Debe estar ubicado lo más cerca posible del corral o del lugar donde se obtiene y mejor en la parte baja para facilitar el cargado del estiércol.

Tamaño

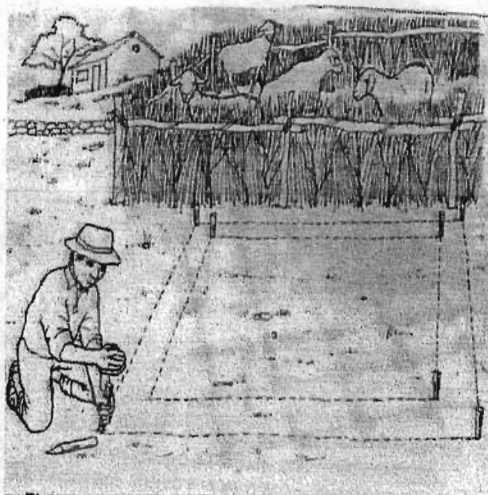
El tamaño del estercolero está de acuerdo al número de animales que se tienen en un corral.

Por ejemplo para un corral de 30 ovejas es suficiente que el estercolero tenga las siguientes medidas.



Para su construcción se realiza tomando en cuenta las medidas del

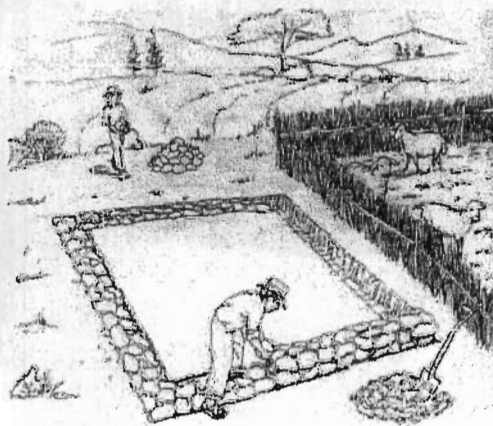
estercolero, es decir 2 x 2. Cada punto debe marcarse con una estaca.



Excavado

Tomando en cuenta el trazado anterior del cimiento, se excava hasta una profundidad de 20 ó 30 cm.

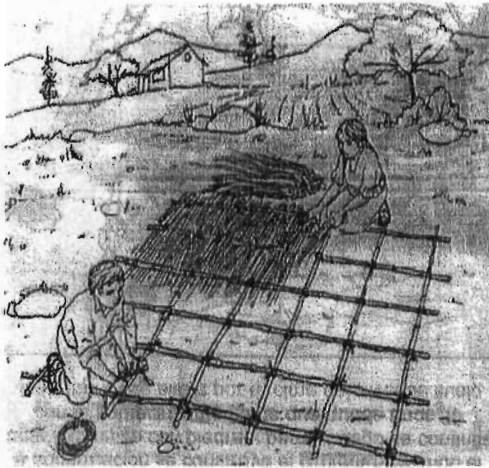
A continuación se construye el cimiento o zapata llenando el lugar excavado con piedras y una mezcla de arena y cemento. Luego se continúa sobre el sobrecimiento hasta que quede unos 30 cm de altura por encima del nivel del suelo.



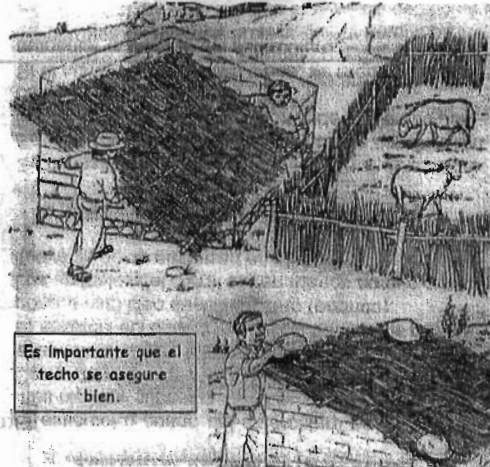
Una vez terminado el sobrecimiento se comienza la construcción de las paredes o muros con ladrillos o bloques hasta alcanzar la altura del estercolero.

El techo del estercolero es móvil, por lo que debe construir de forma separada,

como si fuera una tapa, amarrando los palos conjuntamente con yagua o cana.

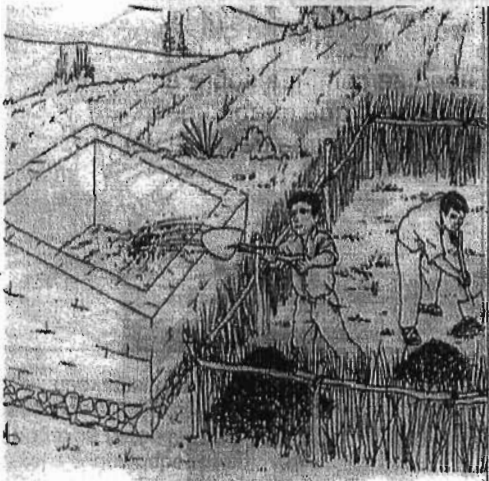


Luego del colocar el estiércol, se debe tapar el estercolero colocando el techo o tapa y asegurarlo poniendo algunas piedras encima del techo.

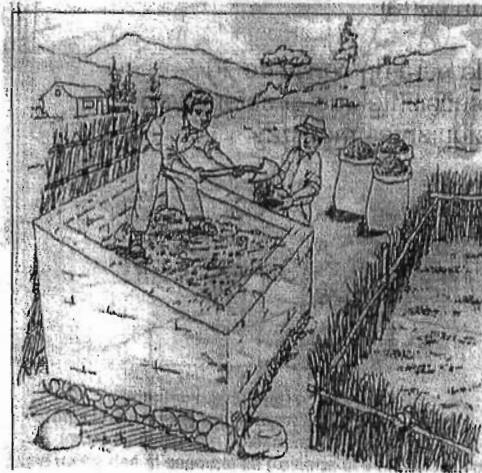


Llenado del estercolero

Lo ideal es que el estiércol se traslade al estercolero semanalmente, así se evita que las lluvias y el sol disminuya la calidad.



El estiércol debe sacarse del estercolero en el momento que se necesite. Generalmente se saca el estiércol almacenado para cargar de nuevo con estiércol fresco.



Ventajas

- 1- El estiércol se descompone más rápido y conserva mejor sus nutrientes
- 2- Con menores cantidades de estiércol conservado en el

estercolero se obtienen mayores cosechas

- 3- El estiércol no daña los cultivos al estar bien descompuesto
- 4- Los animales del corral sufren menos ya que en épocas lluviosas no se ensucian

Desventajas

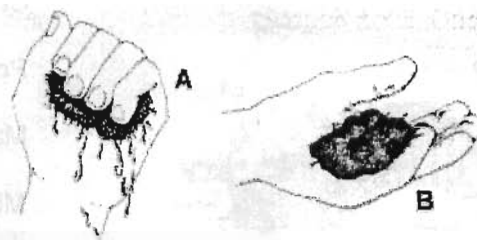
- 1- Se necesita un espacio adicional para su construcción
- 2- Se requiere de trabajo adicional para su construcción
- 3- Semanalmente se requiere de un tiempo adicional para llenar el estercolero
- 4- Si el número de los animales o la recolecta crece, se requerirá aumentar el tamaño del estercolero

Abonos orgánicos: Bocashi

El bocashi es una receta japonesa que se utiliza para preparar abono orgánico. La receta original es la siguiente: un saco de carbón vegetal molido; un saco de gallinaza; un saco de cascarilla de arroz; un saco de semolina de arroz; y tres sacos de tierra y dos litros de melaza disuelta en cuatro litros de agua. Es preferible usar tierra o suelo de bosque.

Pero esta receta se puede modificar para usar materiales que hay en la finca, como por ejemplo restos de hortalizas y concentrado para animales. Es decir, los abonos se deben adaptar a las condiciones y posibilidades del agricultor.

La receta se puede variar, pero no se debe cambiar el procedimiento para preparar el bocashi. Se mezclan los materiales, agregando agua hasta que se pueda hacer un puño con el material, sin que chorree agua por entre los dedos, como se ve en la ilustración 4B. Es decir, al abrir el puño el material se debe romper al tocarlo.

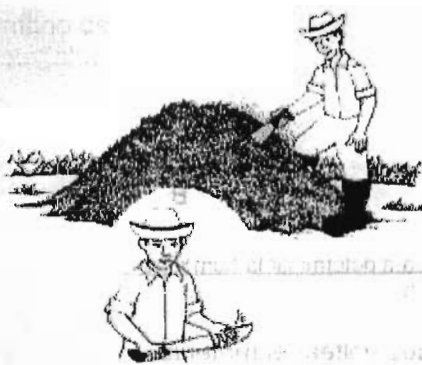


Prueba del puño para determinar la humedad correcta del bocashi.

Después hay que voltear el material una o dos veces al día, cuando la temperatura es muy alta, superior a los 50 grados centígrados. Esto se puede apreciar metiendo un machete en el montón de bocashi. Si sale muy caliente, es necesario voltearlo. El montón se volteo y se extiende hasta que se enfríe el material. Después se vuelve a juntar y se repite el procedimiento hasta que el material no se caliente más. Una vez que está frío, se puede almacenar hasta por seis meses.

El bocashi se debe aplicar con cuidado en el campo, porque se puede volver a calentar cuando se humedece. Para los almácigos de tomate se recomienda aplicar el bocashi en bandejas o en cartuchos de papel periódico. Se aplica en la proporción de 15 a 20 por ciento de bocashi por un 75 u 80 por ciento de tierra.

Al trasplantar el almácigo se aplica el bocashi al fondo del hoyo, poniendo un puñado grande. Hay que evitar que el bocashi toque las raicitas de las plantas. Un mes después del trasplante se puede hacer una segunda aplicación, poniendo otro puñado en un hoyo que se hace junto a cada matita.



Prueba con un machete para medir la temperatura de volteo del bocashi.

Composición y uso del abono orgánico

El contenido de nutrientes en la materia orgánica varía según los componentes y el origen de los mismos, normalmente el mismo no excede de un 5 % de nitrógeno, fósforo o potasio. El contenido en microelementos es muy bajo. Sin embargo las ventajas sobre las características físicas y sobre la no contaminación del suelo son indiscutibles.

A manera de ejemplo, un abono orgánico puede tener la siguiente composición y una guía para su aplicación es la siguiente, lo que va depender si se abonan frutales o cultivos de campo.

Composiciones:

Nitrógeno - 1.72 %

Fósforo - 0.62 %

Potasio - 0.90 %

Dosis: plantaciones de campo 3 a 10 qq /tarea

Materia orgánica: 65%

Nitrogeno: 4.8%

Fosforo: 3.6%

Calcio: 9.3%

Potasio: 2.8%

Magnesio: 1.2%

Microelementos: Hierro, boro, cobre, manganeso, cobalto, zinc, molibdeno

La influencia del humus sobre la fertilidad se debe a diferentes causas, algunas de ellas directas, por ser fuente de elementos necesarios para las plantas; el humus actúa como un almacén que fija los elementos minerales cuando éstos abundan, y evita o dificulta su lixiviación para luego cederlos paulatinamente a la planta. Esto permite combinarlo con agroquímicos y disminuir la aplicación de agroquímicos hasta en un 50%, debido su mejor aprovechamiento a través de la acción quelatante del humus (formación de compuestos neutros mineral-orgánico)

Madera triturada

Una camada es simplemente una capa protectora de material encima de la tierra. Las camadas pueden ser orgánicas (residuos de hojarasca, yerbajos, y madera) o inorgánica (gravilla, piedras o plástico). Las camadas orgánicas como las inorgánicas tienen muchos beneficios:

- Protegen el suelo de la erosión
- Reducen la compactación de los suelos por el impacto de fuertes lluvias.
- Conservan la humedad reduciendo la necesidad de agua.
- Mantienen la temperatura de los suelos.
- Evitan el crecimiento de maleza.

- Mantienen limpia las áreas alrededor de las frutas y vegetales.
- Mantienen los pies de las personas limpios aún cuando el jardín esté húmedo.
- Le brinda un aspecto de terminación al jardín.

La aplicación de camadas o mulching es beneficioso para su jardín, alrededor de árboles, arbustos y para otras áreas vegetativas.

Las camadas orgánicas mejoran las condiciones de los suelos. Según las camadas se descompongan éstas proveen material orgánico que ayuda a la tierra mantenerse suelta. Esto es beneficioso para el desarrollo de las raíces de las plantas, aumenta la infiltración del agua y mejora la capacidad de retención de humedad de los suelos.

EL material orgánico es una fuente de nutrientes para las plantas y provee un ambiente ideal para el desarrollo de los gusanos de tierra y otros organismos que benefician a los suelos.

Aunque las camadas inorgánicas tienen su lugar en el desarrollo de paisajes en jardines, éstos no tienen las propiedades que tienen las camadas o cubierta orgánicas para mejorar los suelos. Las camadas inorgánicas a veces son difíciles de

remover si en el futuro usted desea cambiar el diseño de su jardín.

Esta hoja informativa está diseñada para el uso de camadas de material orgánico.

Material para las camadas

El material para hacer camadas se encuentra en su patio. Los recortes de césped son una excelente fuente de camada para las flores o huertos caseros. La textura de este material sirve para aplicar alrededor de plantas pequeñas.

A veces este material no está disponible si la podadora utilizada tritura el material en partículas muy pequeñas. En este caso el material vegetativo se queda sobre el césped y se convierte en abono orgánico.

La camada hecha de periódicos y papeles triturados también sirve para el control de maleza. Las hojas secas y otros materiales vegetativos son otras excelentes fuentes de materiales para camadas.

La descomposición de las hojas es lo que le da a la tierra en los bosques ese olor y característica esponjosa tan particular.

Si tiene suficiente composta disponible ésta es otra excelente fuente para hacer camadas. La composta no solo mejora la composición de la tierra,

también es otra fuente de nutrientes para las plantas.

En algunos viveros o centros de venta de plantas hay camadas hechas de pedazos de madera triturada. Esta madera es un tipo de camada que se utiliza para darle un toque de terminación a los jardines. Estos con el tiempo mejoran la condición de los suelos.

Dependiendo del tamaño del grozor de la madera triturada, este material se tarda entre 1 a 3 años para descomponerse. Los pedazos de madera más pequeños son más fáciles de disponer alrededor de plantas pequeñas.

Dependiendo de donde residan las personas existe una gran diversidad de material para utilizar como camada. El heno y la paja trabajan muy bien en huertos de vegetales, aunque algunos pueden que tengan semillas de yerbas. Los desechos de maíz, algas marinas y hojas de pinos también pueden ser utilizados como camada.

Las hojas de pinos aumentan la acidez de los suelos, por lo cual solo se deben utilizar alrededor de plantas que les gusta la acidez.

Cuándo aplicar la camada

La época para la aplicación de camada depende de los resultados que usted

desea. La aplicación de camada como un aislador entre la tierra y el aire modera la temperatura de los suelos.

Esto significa que los suelos con camadas durante el verano serán más frescos que aquellos sin ninguna cobertura.

En el invierno la camada evita que los suelos se congelen profundamente. La camada actúa como una capa aislante, los suelos tienden a calentarse mucho más lentamente en la primavera y a enfriarse más lentamente en el otoño.

Si va a utilizar camada en su huerto de vegetales o jardín de flores, es mejor que lo aplique después de que los suelos estén cálidos durante la primavera. Las plantas tardan en germinar en suelos fríos o mojados y se aumenta la posibilidad que la semilla no germine o que la plántula se deteriore.

Si va a añadir más capas de camada a una cama de plantas, espere que la tierra esté completamente cálida.

Si desea moderar la temperatura de la tierra durante el invierno, espere que la tierra esté congelándose, o hasta que lleguen las temperaturas más frías antes de aplicar la camada.

Esto es para evitar que ratones u otros animales en busca de un sitio cálido para pasar el invierno aniden en sus plantas.

Esperando hasta el último momento para añadir su camada ayuda a evitar ésto y los ratones ya han encontrado algún otro lugar para anidar.

El material utilizado como camada para proteger las plantas durante el invierno debe ser uno suelto como el heno o paja. Estos, además de aislar las plantas, evitan compactar la tierra por el peso de la nieve o hielo.

Uno de los beneficios de la aplicación de camada durante el invierno es la reducción en la congelación y la descongelación de los suelos tarde en el invierno o temprano en primavera. Estos ciclos repetidos de congelación durante la noche y después del calentamiento por el sol, causan que muchas plantas pequeñas o con raíces no profundas se salgan de los suelos.

Esto deja el sistema de raíces expuestas y resultan en daños o muerte de la planta. La camada ayuda a proteger las plantas de la fluctuación de las temperaturas.

El aserrín está disponible en muchas zonas. Si es posible, use aserrín que tenga más de un año. El aserrín fresco puede absorber el nitrógeno si se mezcla con el suelo. No obstante, si el aserrín se echa sobre la tierra, no habrá problemas con el nitrógeno. Observe las plantas y añada un fertilizante rico en nitrógeno si es necesario.

Las astillas y virutas resultan agradables a la vista y poseen todas las virtudes de una buena capa cobertora. Como el aserrín, es

aconsejable usar material un poco envejecido, en descomposición. La capa cobertora de madera, si no ha envejecido convenientemente o no la revolvemos periódicamente, puede contener toxinas y ácidos dañinos para las plantas jóvenes. El abono de madera también puede propiciar una infestación de hongos.

La corteza se vende en trozos, o triturada. La corteza es uno de los materiales de abono orgánico más bonitos (y caros), así que más vale usarlo en las zonas más visibles. El pino, el cedro y los cipreses son las variedades más comunes. Además de su buen aspecto, la corteza ofrece una buena protección contra la maleza y retiene la humedad. Además, las tabletas de corteza duran años.

La utilización de los abonos orgánicos ha despertado interés entre los agricultores, principalmente por los efectos negativos que ocasionan los productos químicos a la salud humana y el elevado costo de los insumos. Esto ha impulsado la utilización de la Agricultura Orgánica, produciendo alimentos sanos, de buena calidad y a bajo costo.

Hoy día, no existe una fórmula para preparar los abonos orgánicos, sólo existen principios básicos y una tecnología que los propios agricultores deben desarrollar utilizando una variedad de alternativas y manejo de los recursos naturales existentes en su medio.

Cuándo aplicar la camada

La época para la aplicación de camada depende de los resultados que se desee. La aplicación de camada como un aislador entre la tierra y el aire modera la temperatura de los suelos.

Esto significa que los suelos con camadas durante el verano serán más

frescos que aquellos sin ninguna cobertura.

Si va a utilizar camada en un huerto de vegetales o jardín de flores, es mejor que se aplique después de que los suelos estén cálidos. Las plantas tardan en germinar en suelos fríos o mojados y se aumenta la posibilidad que la semilla no germine o que la plántula se deteriore.

Si van a añadir más capas de camada a una cama de plantas, es bueno esperar que la tierra esté completamente cálida.

El aserrín está disponible en muchas zonas. Si es posible, use aserrín que tenga más de un año. El aserrín fresco puede absorber el nitrógeno si se mezcla con el suelo. No obstante, si el aserrín se echa sobre la tierra, no habrá problemas con el nitrógeno. Observe las plantas y añada un fertilizante rico en nitrógeno si es necesario.

Las astillas y virutas resultan agradables a la vista y poseen todas las virtudes de una buena capa cobradora. Como el aserrín, es aconsejable usar material un poco envejecido, en descomposición. La capa cobradora de madera, si no ha envejecido convenientemente o no la revolvemos periódicamente, puede contener toxinas y ácidos dañinos para las plantas jóvenes. El abono de madera también puede propiciar una infestación de hongos.

La corteza se puede encontrar en trozos o triturada. La corteza es uno de los materiales de abono orgánico más bonitos, así que más vale usarlo en las zonas más visibles. El pino, el cedro y los cipreses son las variedades más comunes. Además de su buen aspecto,

la corteza ofrece una buena protección contra la maleza y retiene la humedad.

Formación del suelo

El suelo se forma a partir de las rocas con su aporte masivo de minerales.

¿Pero que otros factores influyen?

Bueno, pues, como se ha mostrado en el suelo se forma además de a partir de una roca también a partir de unos restos vegetales y animales, por tanto, los organismos también constituyen un factor importante. Si se comparan los suelos de la regiones húmedas y los de las regiones áridas salta a la vista el importante papel que juega el clima en la formación del suelo. Por otra parte, si se analiza la distribución de los suelos en una zona montañosa, observaremos como los suelos se encuentran escalonados en el paisaje. Por último, es evidente que los cambios que se producen en el material para pasar de roca a suelo necesitan para desarrollarse que transcurra un determinado tiempo y este tiempo representa el quinto y último factor en la formación del suelo.

En la formación del suelo, influyen: el clima los organismos, el relieve, la roca madre y el tiempo.

Las algas que crecen sobre las rocas mueren cuando cumplen su ciclo de vida y entonces se pudren y descomponen. Los productos resultantes de su descomposición sirven de alimento a otros organismos como hongos, bacterias, actinomicetos y a las plantas superiores. Todos estos organismos adicionan sustancias sobre las rocas que ayudan a desintegrarlas y disolverlas más fácilmente. Este proceso se repite en la naturaleza y, así, se forman capas que se van engrosando con el tiempo, cubren la superficie de la tierra y permiten el crecimiento de las plantas: el suelo.

En la naturaleza existen dos tipos de componentes: bióticos, los animales y las plantas y abióticos, el agua, el aire, y el suelo (que también contienen vida).

Factor biótico

Los organismos como factor formador

El suelo contiene diferentes tipos de organismos, hay desde bacterias y ascomicetos que solamente pueden ser vistos con un microscopio (aparato que sirve para ver más grandes las cosas chiquitas), hasta gusanos y escarabajos visibles a simple vista. Estos organismos desarrollan muchas labores que ayudan a los suelos para que sean productivos, además, cumplen funciones ambientales importantes como el reciclaje de nutrientes, liberándolos después para que las plantas se nutran, y la planta captura el nitrógeno del aire, nitrificándolo a una forma útil para que les sirva a los organismos, ayudando así a la descomposición de materiales orgánicos, excavando canales aéreos, manejando organismos dañinos y demás.

Básicamente los organismos ejercen tres acciones fundamentales:

Constituyen la fuente de material original para la fracción orgánica del suelo. Restos vegetales y animales que al morir se incorporan al suelo y sufren profundas transformaciones.

Ejercen importantes acciones de alteración de los materiales edáficos. Los organismos transforman los constituyentes del suelo al extraer los nutrientes imprescindibles para su ciclo vital. El papel de los microorganismos en la transformación de la materia orgánica es tan importante como para que la humificación apenas se desarrolle en su ausencia.

Producen una intensa mezcla de los materiales del suelo como resultado de su actividad biológica.

La vegetación también es quien inicia muchas veces la colonización de las rocas y por medio de sus raíces el proceso de desintegración de las rocas,

ya sea por acción mecánica o por la segregación de sustancias que hacen igual función.

Efectos sobre los constituyentes y propiedades

La materia orgánica es muy importante para la salud del suelo. Es necesaria para mantener los nutrientes disponibles para las plantas y organismos del suelo, retener la humedad de éste, permitir que los suelos estén suaves y fáciles de trabajar y disminuir las enfermedades de los cultivos.

Muy importante, la mayoría de los organismos existentes en el suelo viven o dependen de la materia orgánica para desarrollar las actividades que hacen al suelo y al ambiente saludables. La mayoría de los microorganismos se encuentran sobre o en la parte orgánica del suelo. Los animales más grandes dependen de la materia orgánica por los nutrientes y por la degradación de más grandes a más pequeñas partículas. Los pelos absorbentes de las raíces y las sustancias pegajosas producidas por los microorganismos, son los que alimentan la materia orgánica actuando como pegamento y sosteniendo juntas las partículas o agregados del suelo.

Factores no bióticos

La existencia de los minerales en el suelo está regulada por su presencia en el material original y sobre todo por su estabilidad.

La estabilidad se define como la resistencia que opone el mineral a toda modificación en su composición química o de su estructura cristalina. Por tanto a mayor estabilidad menor será la alteración.

Factores que afectan a la estabilidad mineral

La estabilidad depende de numerosos factores. Unos son debidos al propio mineral pero también determinadas características del medio van a modificar sensiblemente la estabilidad de los minerales. Así en medios muy agresivos sólo vamos a poder encontrar presentes minerales muy estables, mientras que en otros suelos podremos encontrar minerales inestables.

Factores del mineral en sí mismo. Los parámetros propios del mineral que van a regular su estabilidad son muchos:

Composición. Modificará la estabilidad en función de que el mineral contenga iones más o menos solubles y según se comporten frente a la oxidación y la hidrólisis. En definitiva la estabilidad vendrá regulada por el hecho de que las partículas constituyentes sean más o menos lábiles.

Estructura. También va a ser un factor decisivo. Por ejemplo la estabilidad disminuirá cuanto más abierta sea la estructura y aumentara para los empaquetamientos densos y compactos. Por otra parte, resulta evidente que la fuerza del enlace entre las partículas del mineral también va a ser un factor importante.

Tamaño. Cuanto menor tamaño más superficie presentará el grano (la relación superficie/volumen crece) y más inestable se tornará el mineral (hay muchos minerales en las arenas que no resisten al pasar al tamaño de las arcillas).

Exfoliación y fragilidad. Recordemos que la exfoliación expresa la facilidad de fracturarse un mineral de un modo regular. Por tanto la exfoliación disminuye la estabilidad. Igual podemos decir para la fragilidad, que se refiere a la facilidad de facturación

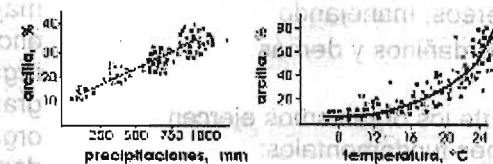
pero ahora de una manera desordenada.

Inclusiones. Se considera que aumentan la inestabilidad al presentar superficies de contacto íntimo de dos materiales con diferentes composiciones.

Factores del suelo. En lo referente al medio podemos destacar otros factores.

Temperatura del suelo. Favorece la velocidad de alteración (es un catalizador).

La cantidad de arcilla presente en un suelo aumenta con las precipitaciones y con la temperatura (ambos favorecen la alteración).



Pero también existe una relación entre el tipo de minerales presentes en esta fracción y las precipitaciones.

Humedad. El agua es el agente de alteración por excelencia en la Naturaleza.

Drenaje. Va a regular el tiempo de contacto del agua con partículas del suelo. También influirá regulando la concentración de las sales de la solución del suelo y modificará su poder hidrolítico. En medios impermeables el agua se satura de iones y deja de atacar a los minerales. Si el medio es permeable el agua de lluvia atravesará el suelo y una vez cargada de bases se eliminará al subsuelo.

Velocidad de formación del suelo

La velocidad de formación de un suelo es extraordinariamente lenta y depende del tipo de factores formadores de cada suelo. Así los suelos se desarrollan más fácilmente sobre materiales originales sueltos e inestables que a partir de rocas duras y constituidas por minerales estables. También es lógico esperar una más rápida formación en los climas húmedos y cálidos que en climas secos y fríos. Por ello la velocidad de formación del suelo es muy variable, en la bibliografía se pueden encontrar valores desde 1mm/año hasta 0,001mm/año. Es de resaltar como la velocidad de formación del suelo decrece drásticamente con la edad, ya que en un principio el material edáfico evoluciona hacia la formación de un horizonte A (de alteración de materia orgánica), que es de rápida formación, y una vez formado este horizonte el suelo se desarrolla originando horizontes B (de alteración mineral), de mucha más lenta formación.

MODULO DE NUTRICION VEGETAL I

Definición de suelo

Sostén de la vida vegetal y animal, es el cuerpo natural que se forma a partir de los componentes de la corteza terrestre (las sustancias minerales). Es el sustrato natural donde viven las plantas terrestres.

El perfil del suelo

El cuerpo del suelo tiene también una forma visible, llamada perfil. Usted puede encontrar esta forma por excavación a través del suelo de uno a dos metros, de esta forma puede usted tener una idea. Está compuesto de una capa fértil, los horizontes A y B y la roca madre o C.

La capa fértil del suelo

Es la zona del suelo donde está la mayor concentración de macro y micro nutrientes esenciales para el crecimiento de la planta. Si se escarba con una pala un suelo saludable, la capa fértil del suelo puede llegar hasta uno o dos pies, sin impedimento y sin encontrar rocas.

La capa fértil del suelo contiene y sostiene los nutrientes de la planta. Durante las lluvias, el agua puede ser absorbida sin que se lave o erosione. Las plantas crecen bien cuando hay una capa fértil suficientemente profunda, porque sus raíces son capaces de penetrar buscando humedad y nutrientes.

Cuando esto sucede, las plantas permanecen verdes y crecen aún en condiciones de sequía. Las plantas con un sistema de raíces denso no se caen fácilmente durante las lluvias fuertes.

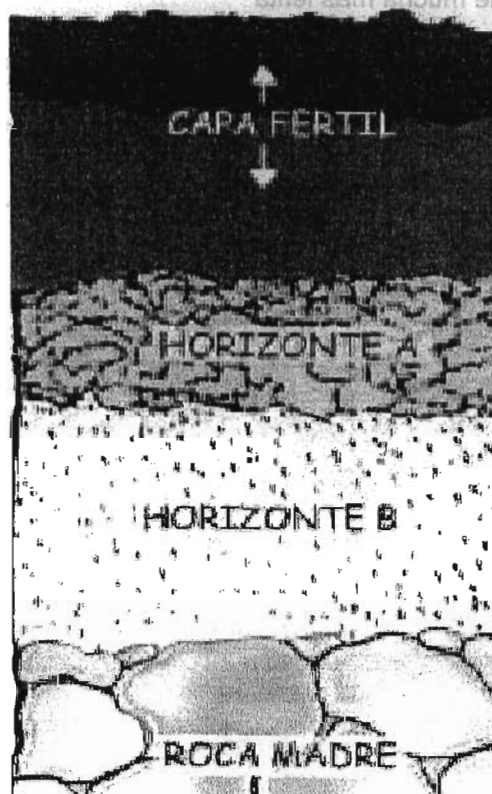
Horizontes A y B

Progresivamente así como nosotros vamos bajando el perfil del suelo frecuentemente vemos el cambio de color y los suelos llegan a ser más y más rocosos. Este horizonte "A" es

usualmente de colorido más claro que la parte superior del suelo, pero de una consistencia similar. Contiene poco o nada de materia orgánica. El horizonte "B" es muchas veces de color similar al horizonte "A" pero contiene piedras más y más grandes. Los horizontes "A" y "B" son realmente roca madre degradada, lo cual es parte de un proceso natural que se convierte en la base del suelo. La erosión remueve la superficie valiosa y expone primero al horizonte "A", luego el horizonte "B" y finalmente la roca madre. Por ello, la presencia de campos rocosos es una indicación de que ha ocurrido erosión.

Roca Madre

La Roca Madre es la base de roca original la cual provee los minerales del suelo. El tipo de nutriente y composición de la roca madre determina si un suelo es bueno o malo para la agricultura.



Formación del suelo

La transformación de la capa superficial de una roca en tierra es un proceso que tarda en realizarse milenios y que se produce por la acción de agentes atmosféricos y seres vivos. La primera alteración que sufren las rocas es una fragmentación debido a contrastes térmicos, pasando a transformarse en partículas más pequeñas, estas rocas son colonizadas por seres vivos como bacterias y líquenes. Estos organismos extraen de la roca minerales que forman parte de su alimento y al morir dejan residuos orgánicos que se van acumulando y así se crea el humus, que es la clave de la fertilidad de la tierra. Paralelamente, los minerales sufren una transformación química progresiva, primero da lugar a los coloides minerales como arcillas, óxido de hierro y aluminio y después se descompone hasta los minerales simples que los constituyen. Para la realización de este proceso es necesaria la presencia de agua en forma líquida, y la actividad química del agua es potenciada por la temperatura, por eso con temperaturas extremas la alteración de la roca es fundamentalmente física y en climas ecuatoriales es sobre todo química.

De la misma forma que la roca madre, las materias orgánicas sufren alteraciones hasta que dan lugar a los minerales simples que las componen pasando por los coloides orgánicos (humus), que es un paso intermedio de esta transformación.

Los elementos que se forman pueden concentrarse en la superficie como las arenas o en la profundidad como ocurre con los compuestos coloidales (arcilla y humus) y minerales solubles. Por este proceso el suelo queda constituido en diferentes capas que se denominan horizontes y su conjunto es el perfil pedológico.

Los suelos están por lo tanto constituidos por dos grandes

categorías de componentes: la materia mineral y la materia orgánica.

Los minerales provienen de la roca madre y la mayoría son insolubles, se clasifican por su tamaño, por el contenido de caliza y por el grado de acidez del suelo o pH.

La grava, la arena y el limo son relativamente inertes químicamente. Proviene de un desmenuzamiento mecánico de las rocas y tienen un papel importante en la circulación del aire y del agua a través de la tierra.

La arcilla proviene de una disgregación química de las rocas y es esencial para el almacenamiento del agua y de los elementos nutritivos que necesitan las plantas. Cuando más rica es una tierra en arcilla tiene más capacidad de almacenar agua y elementos nutritivos para las plantas pero se calienta y se seca muy lentamente, al contrario que una tierra rica en arena y pobre en arcilla, que se calienta más fácilmente y se seca antes después de una lluvia, pero también en verano.

Textura de los suelos

Es la proporción de los tamaños de los grupos de partículas que lo constituyen y esta relacionada con el tamaño de los minerales que lo forman y se refiere a la proporción relativa de los tamaños de varios grupos de partículas de un suelo. Esta propiedad ayuda a determinar la facilidad de abastecimiento de nutrientes, agua y aire que son fundamentales para la vida de las plantas.

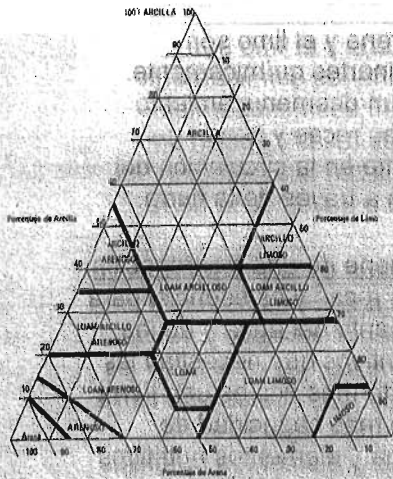
La textura será dada por las porciones finas que contiene el suelo al deshacer un terrón. Existen tres clases de partículas: arena, limo y arcilla.

Dimensiones de las partículas

Arenas: 2 a 0.05 mm

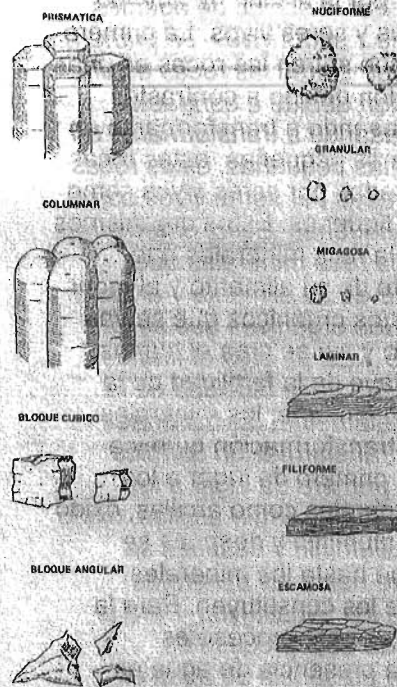
Limo: 0.05 a 0.02mm

Arcilla: menor de 0.02



Triángulo textural para determinar la textura del suelo. El término Loam no es ya usado, en su lugar se habla de de franco, por tanto una textura loam limoso, se dice franco- limoso

raíces, haciéndose esto dificultoso si el suelo presenta estructuras prismáticas; en algunos casos podemos modificar las condiciones del suelo, al menos las superficiales.



Tipos de estructuras

Estructura

Es la forma en que las partículas finas están ordenadas, formando agrupamientos de distintas proporciones sucesivas, la estructura del suelo esta relacionada estrechamente con la textura.

En los distintos horizontes se pueden encontrar diferentes texturas: prismática, bloques, granular o laminar. La estructura prismática no aparece generalmente en el horizonte A, en cambio podemos encontrar estructuras granulares en este horizonte. La estructura también tiene importancia en la vida de las plantas, el espacio poroso que va a quedar entre las diferentes estructuras, va a determinar los valores de agua y aire, los poros facilitan el crecimiento de las

- 1- Prismáticas agregados prismáticos
- 2- Columnar = prismática con bordes redondeados
- 3- Cúbicas = ejes horizontales y verticales casi iguales
- 4- Bloque angulares ángulos agudos y bordes a bisel
- 5- Nuciforme = agregados subangulares y subredondeados
- 6- Granular = agregados semi sueltos y porosos
- 7- Porosa = agregados delgados en laminas de 1 a 2 mm
- 8- Laminar = agregados superpuestos laminares de 2- 10 mm de espesor
- 9- Filiformes = agregados filiformes muy finos de 1 - 2 mm de espesor
- 10- Escamosa = agregados en forma de escamas trasplantadas de 0- 50 %

Las propiedades del suelo están estrechamente ligadas con la relación SUELO - PLANTA. Consideramos dos tipos de propiedades:

Físicas

- 1- Color
- 2- Textura
- 3- Estructura

Químicas

1-Capacidad de intercambio

2-pH

Color: Es una propiedad fácil de apreciar, los colores van de la gama de negros a pardos, pasando por ocre o ferrugineos determinando la mayor cantidad de materia orgánica (negros) o la presencia de hierro o manganeso (ocres)

El escurrimiento rápido con la fuerte acción del agua determina el grado de oxidación dando colores grises y azulados. Los colores claros denotan la existencia de calcio o sodio (excepcionalmente). Siempre el escurrimiento estará determinando el grado de oxidación por lo tanto el color de los horizontes.

Textura: los suelos pueden tener texturas medias (francas, franco arenosas y franco arcillosas). Estos suelos permiten una permeabilidad adecuada, una alta capacidad de retención de humedad y una aireación apropiada para el crecimiento de las raíces. Los suelos arenosos no retienen humedad ni nutrientes en cantidades adecuadas para el crecimiento de plantas. Los arcillosos suelen tener una alta capacidad de retención de agua y nutrientes, sin embargo su capacidad de aeración es baja, lo que en ciertas plantas, puede ocasionar la muerte por asfixia radicular.

Capacidad de intercambio catiónico

Las arcillas están formadas por dos o más capas de óxido mineral. Estas capas son unidades paralelas apiladas de láminas de sílice y alúmina. El sílice forma láminas tetraédricas y la alúmina forma láminas octaédricas. Algunas de estas partículas de arcilla tienen la habilidad de absorber humedad y se expanden, mientras que otras no. La diferencia es consecuencia de la química de la arcilla y los elementos (cationes) que son componentes de las capas.



Algunos de los enlaces son más débiles y permiten la expansión de las capas, mientras que otros son más fuertes y no permiten que las capas se vean separadas por agua entre ellas. La montmorillonita, es un ejemplo de una arcilla que se expande con la adición de agua. Caolinita es una arcilla no expansible, la cual tiene unidades de capas enlazadas fuertemente entre sí por enlaces de hidrógeno.

Estas capas paralelas contienen grandes cantidades de aluminio y silicio. El empuje de partículas puede ser de carga neutra, con igual número de cargas positivas y negativas, o pueden tener cargas negativas en abundancia.

Cuando hay sustituciones de los elementos de estas capas o cuando capas completas se cambian, se obtienen enlaces diferentes de las capas y se forman arcillas distintas. Al sustituir un catión bivalente (Mg^{++} o Fe^{++}) por un elemento trivalente (Al^{+++})

se crea una carga negativa que puede distribuirse principalmente sobre 10 átomos de oxígeno de la superficie de cuatro de los tetraedros de sílice que están asociados a través de sus ápices con un solo octaedro en la capa.

Esta distribución de las cargas negativas intensifica el carácter de la base bitrígona de la cavidad y hace posible que se formen complejos con cationes y moléculas bipolares. Al sustituir aluminio (Al^{+++}) por silicio (Si^{++++}) en la lámina tetraédrica se crea una carga negativa que se distribuye principalmente sobre tres átomos de oxígeno de la superficie de un tetraedro. Complejos mucho más fuertes se forman con cationes y moléculas bipolares a causa de la ubicación de un tetraedro. Esta carga negativa se compensa por la adsorción de un catión, bien sea del interior o del exterior del empilado.

Estos cationes de compensación que se adsorben en las superficies de partículas pueden ser cambiados por otros cationes. De allí que se denominan cationes intercambiables de la arcilla. La cantidad por unidad de peso de la arcilla es la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) (Centimoles/litro de suelo) = Suma de bases = (Ca+Mg+k).

pH: En términos generales los líquidos o fluidos tienen en consideración la cantidad de hidrógenos libres existentes en una solución, dependiendo de una determinada situación química, teniendo esto en cuenta existe acidez, neutralidad o alcalinidad.

Por ejemplo el agua destilada es neutra su pH es 7 (pH neutro), en una molécula de agua destilada hay muy pocos hidrógenos libres, para romper la molécula = $H^+ OH^-$

pH= 14 es básico, 7 es neutro, 1 es ácido.

El pH del suelo es importante porque los vegetales sólo pueden absorber a los minerales disueltos a un determinado grado de pH, y la variación aluminio y el manganeso son más solubles en el agua edáfica a un pH bajo y al ser absorbidos por las raíces son tóxicos a ciertas concentraciones. Determinadas sales minerales que son esenciales para el crecimiento vegetal, como el fosfato de calcio, son menos solubles a un pH alto, lo que hace que esté menos disponible para las plantas del pH modifica el grado de solubilidad de los minerales. También el pH del suelo afecta al proceso de lixiviación de las sustancias nutritivas para las plantas. Un suelo ácido tiene una capacidad menor de retención catiónica porque los iones hidrógeno desplazan a los cationes como el de potasio y el de magnesio.

Los suelos en general (suelos medios) oscilan entre 4.5 (ácidos) y 7.5 (neutros o ligeramente alcalinos).

Se dan predominantemente en climas áridos pH alcalinos o neutros y en climas húmedos pH ácidos o ligeramente ácidos. En la naturaleza se distribuyen respondiendo a condiciones naturales diversas, los suelos según los materiales con que se formaron van a tener más o menos neutralidad. En donde las precipitaciones son intensas se produce un lavado, y por la percolación se van llevando los elementos que le dan alcalinidad al suelo, el agua va barriendo las sustancias (cationes +), produciendo un suelo preponderantemente ácido. Cuando ocurre lo contrario, en lugares áridos las sustancias se retienen y los suelos son alcalinos.

La mayoría de los cultivos requieren de suelos que van de moderadamente ácidos a moderadamente alcalinos (pH entre 5.5 y 8.5). Otros cultivos requieren de suelos ácidos y otros pocos de suelos alcalinos (pHs

mayores de 9). Para corregir un pH alto se utiliza azufre elemental.

Muestreo de suelo

El muestreo de suelo es la primera etapa en un buen programa de fertilización y encalado.

La fertilización y el encalado son prácticas esenciales para crear, mantener o aumentar la productividad de los cultivos.

El costo de los fertilizantes y correctivos exige para su empleo el máximo criterio técnico.

El análisis de suelo es el instrumento básico para la transferencia de información sobre fertilización y encalado para el agricultor.

El muestreo de suelo es la primera etapa en un buen programa de fertilización y encalado. No está de más remarcar que un análisis bien hecho, no corrige fallas en la toma de muestras o en la representatividad de la misma.

La operación del muestreo incluye la extracción del material que forma el suelo, de modo tal que tenga en cuenta la variabilidad y el manejo del mismo.

Unidades de muestreo

Es importante hacer un croquis o mapa de la propiedad, indicando la posición de las parcelas donde se realizará el muestreo e identificarlas. El mismo debe ser guardado junto con los resultados de los análisis, para el seguimiento de la evolución del suelo a través del tiempo.

La parcela a muestrear debe ser uniforme en color, tipo de suelo, uso anterior y posición en la pendiente. Las manchas (superficies no representativas de las parcelas a muestrear) en la parcela no deben ser muestreadas o hacerlo separadamente. En general, no es conveniente muestrear áreas superiores a diez hectáreas.

Como auxiliares para separar áreas homogéneas, se pueden usar cartas

topográficas, fotografías aéreas y mapas de suelos.

Tipo y cantidad de muestras

Muestra simple: Es la que se obtiene con una sola extracción de suelo. Son usadas en trabajos de investigación y en suelos muy homogéneos. Se recomienda cuatro muestras por hectárea, de 1 kilogramo de suelo cada una.

Muestra compuesta: Se refiere a la muestra de suelo obtenida por la extracción de varias muestras simples o submuestras, reunidas en un recipiente y bien mezcladas, de donde se retiran de 1 a 2 libras de suelo. Son las más usadas para la planificación de la fertilización. Se recomienda 15-20 submuestras por parcela de muestreo. En la toma de una muestra compuesta, se debe tener en cuenta que cada submuestra sea del mismo volumen que las demás y representar la misma sección transversal del volumen de que se toma la muestra (una misma profundidad).

Frecuencia y época

El análisis de suelo debe ser repetido en intervalos de uno a cuatro años. Se emplea mayor frecuencia de muestreo en parcelas con mayor intensidad de fertilización y de número de cultivos anuales consecutivos.

La época de muestreo del suelo es definida principalmente por las condiciones climáticas, tipo de cultivo (perenne, anual de verano o de invierno) y sistemas de manejo del suelo. Por ejemplo en el sistema de cultivo en rotación, generalmente se recomienda el verano para muestrear, por que son más visibles los surcos para la toma de muestras. En perennes frutícolas, 3 meses antes de la floración.

Por las condiciones climáticas de esta región, la época apropiada sería en verano-otoño, ya que es la época con un contenido mínimo de nutrientes en el suelo.

Localización y profundidad

Para cultivos anuales, retirar las muestras de los surcos a una profundidad de 20 cm. Si el sistema es de siembra directa, se recomienda muestrear a 2 profundidades, de 0 a 10 y de 10 a 20 cm.

Para cultivos perennes, realizar el muestreo en la zona de fertilización (proyección de la copa).

También se recomienda muestrear con menor frecuencia, la parte media de la calle o entrelineas. La profundidad recomendada es de 0 - 20 y de 20 - 40 cm. Otra forma, más detallada, es a profundidades de 0 - 10, 10 - 20, 20 - 40 y 40 - 60 cm.

Sitios de muestreo

El muestreo de suelos se deberá realizar al azar y pueden ser:

Sistemáticos, como se ve en los esquemas que ilustran esta página.

Asistemáticos, cuando no tienen un diseño especial.



Cuadrícula



Zig-Zag



Diagonales

Instrumentos

Un instrumento de muestreo debe cumplir con dos condiciones importantes, que tome una capa uniforme desde la superficie hasta la profundidad determinada, y que se pueda obtener el mismo volumen de suelo en cada extracción. Entre ellos se encuentran: el barreno (existen diferentes tipos) y la pala.

Situaciones no muestreables

No se deben tomar muestras de suelo a la orilla de los caminos, alambrados, bebederos, dormideros, montes, surcos muertos, antiguas construcciones y zonas de carga de fertilizantes o químicos.

Las muestras de suelo virgen se deberán tomar dentro del monte o debajo de los alambrados, estas sirven

como puntos de comparación con los suelos bajo cultivo.

Envío al laboratorio

La cantidad de muestra a enviar puede variar de 1 - 2 libras envasada en fundas plásticas. El suelo debe estar preferentemente seco. Si se encuentra húmedo, secarlo a la sombra.

La muestra de suelo debe estar debidamente identificada, con informaciones de la parcela (cultivos, insumos, labores culturales y ubicación geográfica, topográfica y catastral), del responsable de la muestra (nombre, dirección, localidad, teléfono, lote, Establecimiento) y profundidad de muestreo.

Los análisis deberán realizarse con suficiente antelación para que de acuerdo a los resultados tomar las medidas necesarias para la planificación de las actividades de manejo del suelo y requerimientos de insumos.

Análisis de suelo

Debido a que los iones presentes en la superficie radicular han tenido su origen en el suelo y en el intercambio existente entre éste y su solución, es necesario utilizar una solución extractora que sea capaz de estimar la capacidad del suelo para suplir estos nutrientes a la planta.

Esta solución en teoría extrae la cantidad de nutrientes de una manera similar a la que harían las raíces de las plantas en un medio-ambiente equilibrado.

Los extractantes son evaluados por medio de estudios de correlación entre la cantidad de nutriente absorbido y la cantidad de nutriente extraído del suelo por varios cultivos. El extractante químico es parte esencial del análisis de suelo y la confiabilidad del mismo depende de la eficiencia de éste.

Una de las soluciones extractoras más utilizada es la de Olsen modificada,

compuesta por bicarbonato de sodio, EDTA y un defloculador, ajustada a un pH de 8.5 con NaOH 10 N, ha alcanzado grados altos de correlación con las respuestas de las plantas.

Otras metodologías de extracción muy utilizadas son: fosfato de calcio para la determinación del azufre y el boro, en tanto que para el calcio y magnesio se usa una solución de cloruro de potasio (KCl 1N) 1 normal.

La reacción del suelo o pH se puede determinar en una solución suelo: agua en proporción 1:2.5, es decir una parte de suelo en 2.5 partes de agua destilada.

Una metodología muy utilizada para la determinación de materia orgánica es el método de combustión húmeda de Walkey y Black.

Cada uno de los elementos o propiedades químicas del suelo, son analizados utilizando los procedimientos más adecuados y tecnología de punta en lo relacionado a equipos y materiales.

Los micronutrientes cobre, hierro, manganeso y cinc, son extraídos por un agente quelatante EDTA, que es adicionado a la misma solución extractora de bicarbonato de sodio, para luego ser determinados por Absorción Atómica.

El azufre y el boro son extraídos mediante la solución de fosfato de calcio. El método turbidimétrico es utilizado para el azufre determinándolo como sulfato de bario en un colorímetro con una longitud de onda de 420 nanómetros.

El boro es determinado mediante el método de la curcumina y leído su absorbancia en un colorímetro con una longitud de onda de 555 nanómetros.

El pH del suelo se determina en una relación suelo agua de 1:2.5, mediante

potenciometría. También se puede determinar mediante el uso de una sal neutra de cloruro de potasio.

Cuando el pH es inferior a 5.5, la determinación de la acidez intercambiable, es inminente, para poder predecir las cantidades de cal como carbonato de calcio a ser aplicada como correctivo.

En suelos con altas concentraciones de sales o que reciben altas cantidades de fertilizantes, se realiza la determinación de la conductividad eléctrica, la misma que se la realiza en un extracto de agua en pasta saturada con el suelo. El uso del puente de salinidad de Wheatstone es el instrumento utilizado para su análisis.

Interpretación de la Conductividad Eléctrica
Milimhos/cm

0-2	2-4	4-8	8-16	16
No salino	Muy ligeramente salino	Moderadamente salino	Fuertemente salino	Muy fuertemente salino

En general un nivel de salinidad por encima de 4 Milimhos/cm restringe el crecimiento de muchos cultivos.

Los niveles críticos y valores para la calificación como bajos, medios y altos, han sido obtenidos en base de muchos estudios de correlación realizados por organismos estatales y privados, en diferentes zonas y suelos.

Muestreo y análisis foliar

El análisis foliar o de tejidos vegetales o de análisis de plantas, designado a veces como análisis de las hojas, es la determinación del contenido elemental de minerales en alguna parte determinada de la planta. El análisis de la planta como técnica de diagnóstico, tiene una historia considerable de aplicación. Recientemente, se ha utilizado para determinar el estatus nutritivo del suelo y las plantas, como base para determinar las necesidades

de cal, fertilizantes, enmiendas etc. Entre los diversos objetivos que se han propuesto para analizar las plantas, el más frecuente es la verificación de síntomas de deficiencias o estatus nutritivo. Posiblemente el más importante, es que los resultados del análisis de la planta se utilizan para determinar si el nivel de fertilidad del suelo y los fertilizantes aplicados son suficientes para suplir los requisitos de la cosecha. Un análisis foliar o de planta se realiza mediante una serie de pasos sucesivos; Primero se realiza el muestreo, luego sigue la preparación de la muestra; posteriormente se realiza el análisis y finalmente viene la interpretación del laboratorio. Cada paso es igualmente importante para el éxito de la técnica. Desde especie de la planta, la edad, la parte de la planta, la época de muestreo, los fertilizantes aplicados, etc. son todas variables que afectan la interpretación del resultado del laboratorio. Un muestreo cuidadoso es importante. La descontaminación para quitar sustancias no nativas puede ser necesaria si se determina que el tejido foliar se cubre con polvo o con materiales de fumigación que contengan los elementos incluidos en el análisis. El secado en horno en 80°C y la reducción de tamaño de muestra (la molienda) preparan la muestra para el análisis del laboratorio. A continuación la materia orgánica de la muestra así preparada se suele destruir por digestión u oxidación ácida por vía húmeda o por incineración seca a alta temperatura para poner los elementos en una forma conveniente para el análisis. Un diverso número de procedimientos analíticos se requieren para el análisis de todos los elementos esenciales. Los procedimientos en uso incluyen la digestión Kjeldhal para el Nitrógeno Total (N); Digestión de mezcla ácida Nitríco/Perclórico para el Azufre (S); la Espectrofotometría visible para el Boro (B) y el Fósforo (P); el horno de grafito para el Molibdeno (Mo); la Fotometría de Llama para el Potasio (K) y el Sodio (Na); La Espectrofotometría de Absorción Atómica sin llama para Hg y Selenio;

La Espectrofotometría de Absorción Atómica para los elementos Hierro, Manganeso, Cobre y Zinc; Los electrodos específicos de iones y la Cromatografía Iónica para los aniones Cloruros (Cl) y Nitratos (N-NO₃).

Usos

Permite conocer el estado nutricional de las plantas. Complementa el Análisis del Suelo. Sirve para Hacer el diagnóstico nutricional.

Épocas y sitios de muestreo de algunos cultivos

Guineo: La muestra foliar en guineo se toma en la mitad central de una faja de 10 cm, a ambos lados de la nervadura central, tomada en la mitad de la hoja No. 3 contada de arriba hacia abajo.

Café. Se recomienda hacer el análisis foliar antes de la cosecha principal. Se deben muestrear unas 40 plantas, elegidas al azar, tomando de dos a cuatro hojas por planta. Se recomienda tomar el cuarto par distal (de la punta de la rama hacia el tallo) de hojas de una planta productiva.

Cebolla. Hoja más larga; Mitad de la estación de crecimiento.

Cítricos. Existen dos métodos de muestreo foliar en cítricos. En hojas de rama terminal con fruto y en hojas de rama terminal sin fruto.

Fresa. La técnica de muestreo es muy importante para lograr resultados confiables. Se deben tomar de plantas que representen el aspecto medio de la cosecha hojas trifoliadas maduras recientes incluyendo los pecíolos. Se requieren quince a veinte hojas y pecíolos para los análisis. Los pecíolos se deben desprender de las hojas y asegurar en un paquete con una banda de goma. Tanto los pecíolos como las hojas se deben enviar al laboratorio para el análisis foliar de las plantas.

Lechuga. Venas centrales de la envoltura de la hoja; Desde que comienza a arrellollar.

Maíz. Colectar 60 hojas ubicadas en frente y debajo de la mazorca; desde la aparición de barbas.

Papa. Cuarta hoja compuesta desde ápice hacia abajo, separar folíolos y colectar 60 pecíolos por muestra, Desde inicio a plena floración.

Tomate. Cuarta hoja compuesta desde ápice hacia abajo, separar folíolos y colectar 60 pecíolos por muestra. Desde comienzo de floración, plantas maduras en producción.

Yuca. Hojas Jóvenes completamente expandidas

Mecanismos de absorción de nutrientes

Para que un elemento sea considerado como esencial como nutriente de una planta, debe reunir los siguientes criterios:

Que tenga una influencia directa en la nutrición de la planta, ya sea que sea un constituyente de un metabolito esencial o requerido para la acción de una enzima.

Su ausencia impide el que la planta complete su ciclo de vida.

No debe poder ser reemplazado por otro en su acción (su deficiencia es específica para el elemento en cuestión).

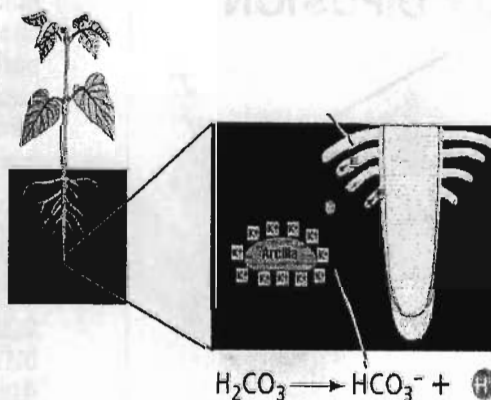
Cuando los iones inorgánicos son secretados en el interior de los vasos de xilema radical, son rápidamente conducidos hacia arriba y por toda la planta gracias a la corriente de transpiración. Algunos iones se mueven lateralmente desde el xilema hacia los tejidos circundantes de las raíces y de los tallos, mientras que otros son transportados hacia las hojas.

Una vez alcanzadas las hojas los iones pueden seguir tres caminos:

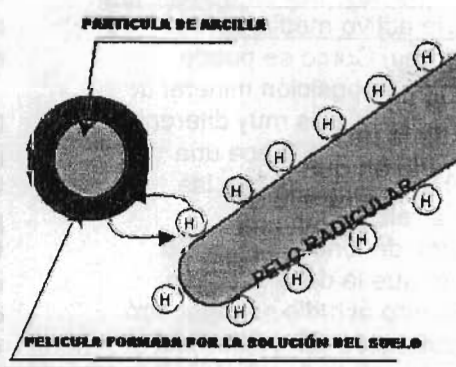
1- son transportados con el agua en la hoja.

2- pueden permanecer en el agua de transpiración y llegar a los lugares principales de pérdida de agua, los estomas y células epidérmicas; y

3- La mayoría de los iones entran en los protoplastos de las células de la hoja, probablemente por mecanismos en los que está implicado el transporte activo. La absorción de iones inorgánicos tiene lugar a través de la epidermis de la raíz.



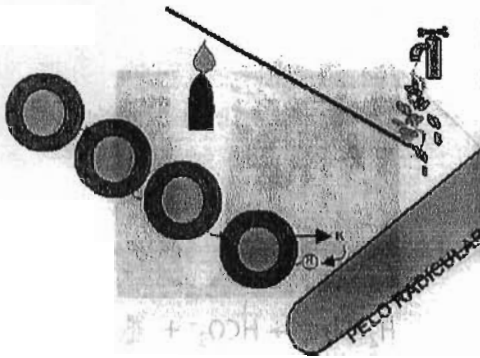
TRANSPORTE POR CONTACTO



TRANSPORTE EN MASA



TRANSPORTE POR DIFUSIÓN



Notar que en el proceso de intercambio la planta toma un ion y en cambio la planta libera un ion H^+ hacia el suelo. Si es un Ca^{++} , que la planta toma, se liberan 2 H^+

Los iones son secretados al xilema (vasos o traqueidas) por un mecanismo de transporte activo mediante transportadores. Como se puede comprobar la composición mineral de las células de la raíz es muy diferente de la del medio en que crece una planta. Se ha encontrado que las células de la raíz tenían una concentración de iones potasio 75 veces mayor que la de la solución nutritiva. En otro estudio se demostró que las vacuolas de las células del nabo contenían 10,000 veces más potasio que la solución nutritiva. Sabido que las sustancias no difunden en contra de gradiente de concentración, queda claro que los minerales se absorben por transporte activo. Por otra

parte la absorción de minerales es un proceso activo que necesita energía; si las raíces son privadas de la presencia de oxígeno, o envenenadas de forma que la respiración se minimiza, la absorción de minerales disminuye de forma muy marcada. Igualmente, si se priva a una planta de luz, cesará la absorción de sales una vez se hayan agotado las reservas de hidratos de carbono, y las liberará de nuevo a la solución del suelo.

Así pues, el transporte de iones desde el suelo a los vasos del xilema requiere dos procesos de transporte activo a través de membranas; uno en la membrana citoplasmática de las células epidérmicas durante la absorción y otro en la membrana citoplasmática de las células del parénquima vascular durante la secreción a los vasos, y moverse a otras partes de la hoja, incluyendo el floema.

Los iones inorgánicos, en pequeñas cantidades, también se pueden absorber a través de las hojas, posibilidad que se utiliza en la fertilización foliar y que consiste en la aplicación directa de micronutrientes al follaje.

Fundamental en las plantas epífitas. Permite que las plantas absorban diversas sustancias que, aplicadas en las partes aéreas de las mismas, actuarán como fertilizantes, herbicidas, etc.

Cantidades importantes de los iones inorgánicos que son importados por las hojas a través del xilema, son posteriormente intercambiados con el floema en los nervios foliares, y exportados, junto con la sacarosa, en la corriente de fotoasimilados. Cuando los nutrientes se dirigen hacia las raíces vía floema, pueden reciclarse; es decir pueden intercambiarse con el xilema. Pero sólo aquellos iones que pueden moverse en el floema, a los que se llama floemas móviles, se pueden

exportar en cantidades significativas desde las hojas.

El **N**, el **P**, el **K**, y el **Mg** son típicamente móviles y pueden ser transportados con relativa facilidad a otros órganos, mientras que el **Ca**, el **S** y el **Fe** son más o menos inmóviles y tienden a permanecer en el primer destino alcanzado hasta la muerte de ese órgano.

Elementos nutritivos utilizados por las plantas

Hasta la fecha se han encontrado 16 elementos que son esenciales en la nutrición de plantas.

ELEMENTO	FORMA PRINCIPAL EN LA QUE EL ELEMENTO ES ABSORBIDO	CONCENTRACIÓN USUAL EN PLANTAS SANAS (% DEL PESO SECO)	FUNCIONES PRINCIPALES
Macronutrientes:			
Carbono	CO ₂	≈ 44 %	Componente de compuestos orgánicos.
Oxígeno	H ₂ O u O ₂	≈ 44 %	Componente de compuestos orgánicos.
Hidrógeno	H ₂ O	≈ 6 %	Componente de compuestos orgánicos.
Nitrógeno	NO ₃ ⁻ o NH ₄ ⁺	1-4 %	Aminoácidos, proteínas, nucleótidos, ácidos nucleicos, clorofila y coenzimas.
Potasio	K ⁺	0,5-6 %	Enzimas, aminoácidos, y síntesis de proteínas. Activador de muchas enzimas. Apertura y cierre de estomas. Efecto pH en la disponibilidad de nutrientes.
Calcio	Ca ²⁺	0,2-3,5 %	Calcio de las paredes celulares. Cofactor enzimático. Permeabilidad celular. Componente de la calmodulina, un regulador de la membrana y de las actividades enzimáticas.

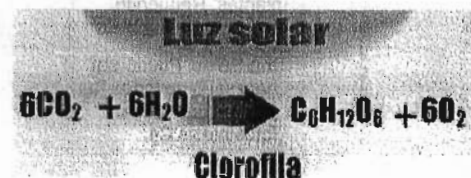
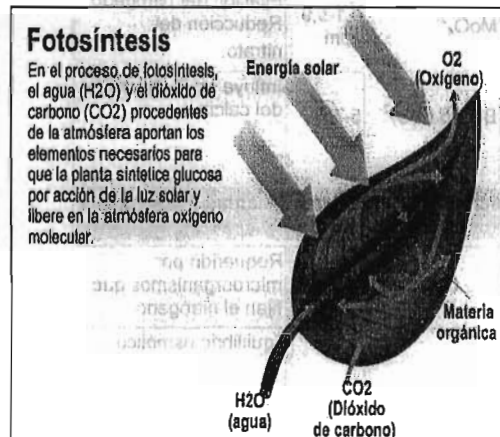
Fósforo	H ₂ PO ₄ ⁻ o HPO ₄ ²⁻	0,1-0,8 %	Formación de compuestos fosforados de "alta energía" (ATP y ADP). Ácidos nucleicos. Fosforilación de azúcares. Varias coenzimas esenciales. Fosfolípidos.
Magnesio	Mg ²⁺	0,1-0,8 %	Parte de la molécula de clorofila. Activador de muchas enzimas.
Azufre	SO ₄ ²⁻	0,05-1 %	Algunos aminoácidos y proteínas. Coenzima A.
Hierro	Fe ²⁺ o Fe ³⁺	25-300 ppm	Síntesis de clorofila, citocromos y nitrogenasa.
Cloro	Cl ⁻	100-10.000 ppm	Ósmosis y equilibrio iónico, probablemente esencial en reacciones fotosintéticas que producen oxígeno.
Cobre	Cu ²⁺	4-30 ppm	Activador de ciertas enzimas.
Manganeso	Mn ²⁺	15-800 ppm	Activador de ciertas enzimas.
Zinc	Zn ²⁺	15-100 ppm	Activador de ciertas enzimas.
Molibdeno	MoO ₄ ²⁻	0,1-5,9 ppm	Fijación del nitrógeno. Reducción del nitrato.
Boro	BO ₃ ⁻ o B ₄ O ₇ ²⁻	5-75 ppm	Influye en la utilización del calcio.
Elementos esenciales para algunas plantas u organismos:			
Cobalto	Co ²⁺	Trazas	Requerido por microorganismos que fijan el nitrógeno.
Sodio	Na ⁺	Trazas	Equilibrio osmótico. probablemente no es esencial para muchas plantas. Requerido por algunas especies del desierto y marismas. Puede ser necesario en todas las plantas que utilizan fotosíntesis C4.

Macronutrientes orgánicos

Carbono, oxígeno e hidrógeno

Todas las plantas verdes realizan un proceso llamado fotosíntesis, que consiste en transformar la energía solar en energía química. Este proceso se realiza de la siguiente manera: las hojas de las plantas tienen unos poros por donde penetran los gases de la atmósfera. Uno de estos gases es el dióxido de carbono (CO₂), que dentro de las células de la planta se combina con el agua (H₂O), forma almidones y libera el oxígeno (O₂) que todos los seres vivos necesitamos.

Estas reacciones químicas necesitan de la energía lumínica (proveniente del Sol), la que es captada por una compleja molécula orgánica de color verde llamada clorofila y utilizada en el fenómeno de fotosíntesis. El almidón producido circula o se almacena, y es utilizado por la planta para su desarrollo, crecimiento y reproducción.



Macronutrientes inorgánicos

Algunos nutrientes se acumulan en la planta en cantidades considerables, son los macronutrientes: nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio y azufre.

Micronutrientes

Otros se encuentran en cantidades muchos menores, son los micronutrientes: hierro, cobre, cinc, molibdeno, manganeso, boro y cloro. Esta clasificación tiene una validez relativa, ya que en algunos casos algunos macronutrientes se acumulan en cantidades menores que ciertos micronutrientes.

Efecto del pH en la disponibilidad de los nutrientes (requerimientos del cultivo)

Fuente de nutrientes para la planta.

La cantidad total presente de cada nutriente no determina por sí sola la disponibilidad para la planta. Influyen otros factores.

El pH

Menos de 5.5. Muy ácido, deficiencia de P, Ca, Mg, Mo y N.

5.5- 5.9. Moderadamente ácido. Baja disponibilidad de P, regular disponibilidad de Ca y Mg.

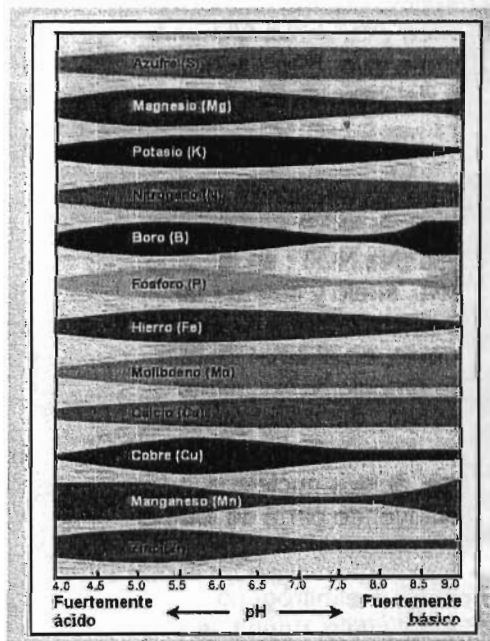
6.0- 6.5. Ligeramente ácido. Condición adecuada para la mayoría de los cultivos

6.6- 7.3. Casi neutro. Buena disponibilidad de Ca, Mg, moderada y carbonatos. Moderada disponibilidad de P, baja disponibilidad de microelementos excluyendo el Molibdeno.

7.4- 8.0. Alcalino. Posible exceso de Ca, Mg y Carbonatos. Baja solubilidad de fósforo y micronutrientes a excepción del Molibdeno.

8.0 o más. Muy alcalino. Posible exceso de sodio intercambiable. Se inhibe el crecimiento de la mayoría de los cultivos.

Forma en que el pH afecta a la disponibilidad de los nutrientes minerales. La anchura de cada banda nos indica la disponibilidad de dicho elemento por parte de las raíces a un determinado nivel de pH



Carencias nutricionales

Nitrógeno: clorosis general; enanismo, color púrpura por acumulación de antocianinas. Es el elemento que más puede escasear.

Potasio: clorosis y necrosis; debilitamiento de tallos y raíces. Mayor susceptibilidad de las plantas a adquirir enfermedades; las hojas adultas son las más afectadas.

Calcio: muerte de los ápices terminales de los tallos y de las raíces; las hojas jóvenes y los tallos son los más afectados.

Fósforo: enanismo, pigmentación verde oscura; acumulación de pigmentos antociánicos.

Madurez retrasada; afecta a la planta completa. Después del nitrógeno es el elemento que mas suele escasear.

Magnesio: clorosis y enrojecimientos de las hojas; los ápices de las hojas se retuercen; las hojas adultas son las mas afectadas.

Azufre: clorosis intravenal sin necrosis; afecta las hojas jóvenes.

Hierro: clorosis intravenal; tallos cortos y delgados; las yemas permanecen vivas, afectan primero las hojas jóvenes.

Cloro: hojas marchitadas, clorosis; necrosis; enanismo; raíces engrosadas.

Cobre: las hojas jóvenes se vuelven oscuras, enrolladas y marchitas; los ápices de los tallos y las raíces permanecen vivas; raramente deficiente.

Manganeseo: clorosis intravenal; aparece primero en hojas viejas; necrosis comunes.

Zinc: clorosis, hojas pequeñas; entrenudos reducidos; márgenes de las hojas retorcidas; las hojas adultas son las mas afectadas.

Molibdeno: clorosis o enrollamiento de hojas jóvenes.

Función del fósforo

Es un elemento no metálico. Comúnmente se presenta como un sólido céreo, incoloro, semitransparente, blando, que brilla en la oscuridad. Es un elemento esencial para plantas y animales, siendo el doceavo en abundancia en la corteza terrestre.

Estado natural: El contenido medio total de fósforo de la corteza terrestre es de 0,28% expresando como P_2O_5 , pero muchos suelos superficiales contienen de 0,022 a 0,083% de fósforo. El

fósforo en el suelo se puede dividir en dos clases principales, orgánicas e inorgánicas.

El orgánico se presenta en la forma de fosfolípidos, ácidos nucleicos y fosfatos de inositol. Como fósforo de fosfolípidos nunca excede 3 ppm., pero se han encontrado valores tan altos como 34 ppm. El fósforo en la forma de ácidos nucleicos puede alcanzar valores entre 17 y 58%. El fósforo orgánico, expresado como porcentaje del fósforo total, puede variar entre 2,6 a 75%. El fósforo orgánico debe ser mineralizado antes de ser absorbido por las plantas. El fósforo inorgánico se encuentra bajo varias formas, las cuales dependen del pH. Una pequeña fracción, normalmente menor de 1 ppm, está presente en la solución del suelo y se encuentra en equilibrio con el fósforo adsorbido por los coloides. Las plantas toman el fósforo casi exclusivamente como iones fosfato inorgánico de la forma monovalente H_2PO_4^- , ya que éste es absorbido más fácilmente que el HPO_4^{2-} . El pH del suelo controla la abundancia relativa de esas dos formas iónicas del fosfato.

El papel central del fósforo es en la transferencia de energía. Los carbohidratos antes de ser metabolizados son fosforilados. La presencia de fósforo en la estructura molecular de los azúcares, los hace más reactivos. En la transferencia de energía por fosforilación, juegan un papel importante los nucleótidos altamente reactivos: ATP (adenosina trifosfato), ADP (adenosina difosfato).

El fósforo participa en un gran número de reacciones enzimáticas que dependen de la fosforilación. Posiblemente por esta razón es un constituyente del núcleo y es esencial para la división celular y el desarrollo de tejidos meristemáticos. El fósforo se acumula principalmente en las regiones meristemáticas (zonas de crecimiento activas) del tallo y raíces; en donde las células en división activa pueden tener varios cientos a miles de veces más

fósforo que las células que han dejado de dividirse.

Función del nitrógeno

Es un elemento no metálico del grupo Va de la tabla periódica, siendo un gas incoloro, inodoro e insípido, es el elemento más abundante de la atmósfera terrestre, representando el 78% por volumen y es un componente de toda la materia viva. Representa cerca del 18% del peso de las proteínas.

En estado natural se encuentra como nitrato de potasio (KNO_3) y nitrato de Chile o de sodio (NaNO_3); en la atmósfera, lluvia, suelo y guano (un tipo de estiércol) en la forma de amonio o sales de amonio, en el agua de mar como iones de amonio NH_4^+ , nitrito NO_2^- y nitrato NO_3^- . En los organismos vivos formando complejos orgánicos como proteínas, ácidos nucleicos, clorofila, constituyendo parte de todo el protoplasma.

Las plantas obtienen el nitrógeno principalmente del suelo, donde se encuentra bajo la forma orgánica, la que no es disponible inmediatamente para la planta, sino después de un proceso de mineralización catalizada por los microorganismos del suelo, el cual procede en la dirección siguiente: nitrógeno orgánico $\rightarrow$ amonio $\rightarrow$ nitrito $\rightarrow$ nitrato, la cantidad de nitrato producida finalmente depende de la disponibilidad de material carbonáceo descomponible. Si la relación carbono: nitrógeno (C/N) es alta aparece muy poco o casi nada de nitrógeno como nitrato.

Las cantidades de nitrógeno en los suelos minerales son bastante pequeñas, variando desde trazas hasta 0,5% en los suelos superficiales, disminuyendo con la profundidad. La cantidad de nitrógeno depende también del tipo de suelo, de la temperatura y pluviosidad. El clima juega un papel dominante en la determinación del

estado de nitrógeno de los suelos. En regiones de condiciones de humedad uniforme y vegetación comparable, el contenido promedio de nitrógeno y de materia orgánica del suelo decrece exponencialmente a medida que aumenta la temperatura anual.

El nitrógeno disponible en el suelo se encuentra principalmente como nitrato NO_3^- . La capa arable del suelo puede tener un contenido de nitrógeno bajo la forma de nitrato entre 2 a 60 ppm. Este contenido de NO_3^- varía con la estación, ya que es muy soluble en agua y las aguas de lluvia o riego lo pueden arrastrar hacia el subsuelo. Las plantas pueden absorber el nitrógeno también bajo la forma de ión amonio NH_4^+ .

Ciertas plantas pertenecientes a la familia de las leguminosas tienen la capacidad de asimilar el nitrógeno atmosférico, por las raíces al formar una asociación simbiótica con bacterias del género *Rhizobium* perteneciente a la familia Leguminosae que tiene la particularidad de presentar asociada con las raíces, bacterias del género *Rhizobium*. El nitrógeno, ya sea absorbido del suelo o fijado del aire, se incorpora a la planta en forma de aminoácidos, primeramente en hojas verdes. A medida que aumenta el suministro de nitrógeno, las proteínas sintetizadas a partir de los aminoácidos, se transforman en crecimiento de las hojas, aumentando la superficie fotosintética. Se ha encontrado una alta relación entre la cantidad de nitrógeno suministrado y el área foliar disponible para la fotosíntesis, este efecto se puede evidenciar por el aumento de la síntesis proteica y del protoplasma.

Función del potasio

Elemento químico que pertenece al grupo de los metales alcalinos, indispensable para la vida. Es un metal blanco, suave de un brillo plateado. Es el séptimo elemento más abundante sobre la tierra.

Comprende 2,6% de las rocas ígneas de la corteza terrestre. El potasio se encuentra en el suelo en minerales primarios y meteorizados, así como en la forma intercambiable, no-intercambiable y soluble en agua. Los minerales primarios que contienen potasio son los feldespatos potásicos, ortoclasa y microclina, estos feldespatos contienen K (7-12%). Un mineral más rico en potasio es el feldespatoide leucita, que contiene teóricamente 18% de K. El potasio está restringido esencialmente a rocas volcánicas y ha sido utilizado como fertilizante. Las micas como la moscovita y biotita, tienen un contenido de potasio que oscila entre 7 - 9% y de 5-7% respectivamente.

En la nutrición de las plantas las formas aprovechables son la intercambiable y la soluble en agua (rápidamente asimilable), el potasio no-intercambiable actúa como una reserva del elemento. El potasio no intercambiable, comprende entre el 90 - 98% del potasio total del suelo y se encuentra bajo la forma de feldespatos y micas, esta fracción constituye las reservas de potasio del suelo. El potasio rápidamente asimilable, forma del 1 - 2% del potasio total y el potasio lentamente asimilable o no intercambiable constituye el 1 a 10% del total del suelo; este último es el potasio adsorbido y fijado por ciertos coloides del suelo.

El potasio es uno de los elementos esenciales en la nutrición de la planta y se requiere para la conformación activa de muchas enzimas que participan en el metabolismo. Concentraciones abundantes son necesarias para neutralizar los aniones solubles y macromoleculares del citoplasma, que tiene pocos cationes orgánicos. De esta manera el contribuye bastante con el potencial osmótico. El transporte de potasio puede efectuarse por medio de una ATP de la membrana celular, activada por el magnesio. El potasio parece estar implicado en varias funciones fisiológicas como son:

transporte en el floema, turgencia de las células guardianes de los estomas, movimientos foliares (nastias) y crecimiento celular. De tal manera que, las necesidades nutricionales de se centran en cuatro roles bioquímicos y fisiológicos a saber: activación enzimática, procesos de transporte a través de membranas, neutralización aniónica y potencial osmótico.

El potasio actúa como un cofactor o activador de muchas enzimas del metabolismo de carbohidratos y proteínas. Una de las más importantes la piruvato-quinasa, es una enzima principal de la glucólisis y respiración. En la célula el potasio no se introduce en compuestos orgánicos. Las preguntas acerca de la especificidad del son difíciles de responder, ya que es bien conocido que el Na^+ tiene ciertos efectos ligeros en corregir la deficiencia de K^+ , y esto se atribuye a la substitución en su rol osmótico.

En el campo el suministro de potasio por el suelo, puede ser adecuado para el crecimiento de los cultivos, siempre y cuando el suministro de nitrógeno y fósforo sean bajos; pero es insuficiente si aumentan estos elementos. De tal forma que se observan signos de carencia de K^+ , si se utilizan fertilizantes con nitrógeno y fósforo, produciéndose la muerte prematura de las hojas. Así como el nitrógeno y el fósforo, el potasio se traslada de los órganos maduros hacia los jóvenes; de tal forma que la deficiencia de este elemento se observa primero como un amarillamiento ligero en hojas viejas. En las dicotiledóneas las hojas se tornan cloróticas; pero a medida que progresa la deficiencia aparecen manchas necróticas de color oscuro. Su deficiencia se presenta comúnmente como quemadura. En muchas monocotiledóneas, como es el caso de los cereales, las células de los ápices y bordes foliares mueren primero, propagándose la necrosis hacia la parte más joven de la base foliar. Ejemplo, el maíz deficiente de K^+ presenta tallos débiles y las raíces se

hacen susceptibles a infecciones por patógenos que causan su pudrición.

Interpretación de análisis de suelo

Para la interpretación de un análisis químico de suelos, hay que tener en cuenta la metodología utilizada en el análisis. Toda metodología tiene lo que se llaman niveles deficientes, críticos y óptimos, que son los que ayudan al técnico analista a determinar si es necesario o no la aplicación de un elemento fertilizante.

Unidades	Deficiente	Nivel Crítico	Óptimo
Ca/cmól+/l	0.30	2.20	4.0-36.0
Mg/cmól+/l	0.12	0.80	2.0-18
K/cmól+/l	0.03	0.20	0.4-3.0
P/mg/l	2.0	12.0	20-80
Cu/mg/l	0.10	1.0	3.0-20.0
Zn/mq/l	0.40	3.0	6.0-36.0
Mn/mq/l	0.70	5.0	10-100
Fe/mq/l	1.0	10.0	20-80
B/mq/l	0.03	0.20	0.5-0.8
S/mq/l	2.0	12.0	20-80
Ca/Mg	0.20	1.20	1.9-6.2
Mg/K	0.20	1.6	3.6-14
(Ca+Mg)/k	0.20	3.50	10-60
	Bajo	Medio	Alto
pH	5	5.5	>6.5
Acidez Extr. cmól+/l	<0.3	0.3-1.5	>6.5
Saturación de acidez %	<10	10.0-50.0	>25
Suma bases cmól+/l	<5	5.0-25.0	>25
CICE cmól+/l	<5	5.0-25.0	>25

Solución Olsen modificada

Solución 1 normal de KCl (Cloruro de potasio)

Solución Fosfato de calcio, concentración 500 ppm de fósforo

% saturación de bases= Acidez
extraible $\times 100 / (Ca + Mg + k + \text{acidez extra})$

CICE (cmol+/l) = (Ca + Mg + K + Acidez
extraible)

CIC (cmol+/l) Suma de bases=
(Ca + Mg + k)

CICE= Capacidad de Intercambio
Cationica Efectiva.

CIC= Capacidad de Intercambio
Cationica

Materia Organica

Baja	Media	Alta
<2%	2 a 4.5%	>4.5

Factores aplicados a cálculos de Suelos
Para pasar de mg/l a cmol/l = $mg/l / 10 \times \text{peso equivalente}$
Para pasar de cmol/l a mg/l = $cmol/l \times 10 \times \text{peso equivalente}$
Para pasar de Materia Orgánica (MO) a Carbono Orgánico (CO) = $\% MO / 1.724$
Se asume que 1 hectárea contiene en 20 cm de profundidad 2,000,000 litros
Ca = $cmol/l \times 400 = \text{kg por hectárea}$
Mg = $cmol/l \times 240 = \text{kg por hectárea}$
K = $cmol/l \times 180 = \text{kg por hectárea}$
Mg/l $\times 2 = \text{kg por hectárea}$
% $\times 10,000 = \text{mg/l}$
g/cm ³ = tonelada por m ³
% CO = $MO / 1.724$

Relación C/N

El valor C/N permite estimar los procesos que regulan la disponibilidad de nitrógeno en el suelo de la descomposición de la MO	Indica que la MO da un buen suministro de N, P, S	Indica que hay un buen suministro de nutrientes desde la MO	Indica que el aporte de nutrientes como N, P, S provenientes de la MO es lenta
Contenido	<10 baja	Entre 10 y 12 media	> de 12 alta

Pesos Equivalentes

Ca	20
Mg	12
K	39

Al	9
Na	23

Los niveles deficientes, críticos y óptimos indican que al aplicarse un elemento la probabilidad de respuesta al mismo es:

Deficiente - nivel en el cual la probabilidad de obtener una respuesta al nutrimento aplicado es 80 % o mas.

Critico - respuesta al nutrimento aplicado puede ser entre un 20 y 80 %. No hay deficiencias severas del nutrimento pero a la vez no tiene reservas grandes.

Optimo - suelos que tienen una amplia reserva de nutrimentos y responden a aplicaciones de fertilización 20 % o menos del tiempo.

Interpretación. Ejemplo

pH MO cmol+/l suelo

H2O relación 1:2.5	%	K	Ca	Mg
6.6	5.0	.42	38.4	9.9

mg/litro de suelo

P	S	B	Cu
0.20	11.2	11.8	0.6

mg/litro de suelo

Fe	Mn	Zn
5.3	5.7	1.5

Relaciones entre elementos catiónicos

Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K
3.8	23.5	115.0

pH: optimo. Casi neutro. Buena disponibilidad de Ca, Mg, moderada y carbonatos. Moderada disponibilidad de P, baja disponibilidad de microelementos excluyendo el Molibdeno.

Materia Orgánica: alta. Sin embargo, se considera que aunque es una fuente de nitrógeno, este siempre debe aplicarse, pero en poca proporción.

Potasio: óptimo, no hay mucha respuesta a su aplicación.

Calcio: en exceso. No debe aplicarse.

Magnesio: óptimo. No debe aplicarse.

Fósforo: óptimo. Poca probabilidad de respuesta a su aplicación.

Azufre: deficiente. Alta probabilidad de respuesta a su aplicación.

Boro: exceso. Posibilidad de toxicidad en ciertas plantas.

Cobre: óptimo. Poca probabilidad de respuesta a su aplicación.

Fe: deficiente. Alta probabilidad de respuesta a su aplicación.

Manganeso: medio. Probabilidad de respuesta a su aplicación entre 20 y 80 %.

Zinc: deficiente. Alta probabilidad de respuesta a su aplicación.

Relación Ca/Mg: Óptimo, no se requiere ajustarla.

Relación Mg/K: excesiva. Se requiere de la aplicación de K, a fin de mejorar la absorción del K.

Relación Ca+Mg/K: excesiva. Se requiere de la aplicación de K, a fin de mejorar la absorción del K.

Elementos que se deben aplicar: Algo de nitrógeno, algo de fósforo, azufre, hierro, manganeso, zinc y potasio para mejorar solo las relaciones con Ca y Mg.

La fórmula y cantidad a aplicar la debe calcular un técnico con experiencia en

el ramo. Hay que recordar que las necesidades varían entre especies de plantas, también hay que tener en cuenta que dentro de una misma especie, las necesidades de nutrientes es diferente entre variedades, por igual las necesidades de un híbrido y de una variedad son diferentes.

MODULO NUTRICION-VEGETAL II

Tipos de fertilizantes

Las plantas asimilan los nutrientes contenidos en los fertilizantes en forma de unidades. Para la transformación de los componentes en unidades se utiliza la tabla dada a continuación.

Factor de conversión entre cada elemento

Elemento	Asimilación	Factor
Fósforo	P2O5	2.29
Potasio	K2O	1.205
Calcio	CaO	1.4
Magnesio	MgO	1.66

El contenido que las plantas pueden utilizar de un abono es la suma de su riqueza en elementos nutritivos que lo componen. Si se usa este concepto, podemos clasificar los fertilizantes en:

Fertilizantes de baja concentración < 35%

Fertilizantes de alta concentración > 35%.

Presentación de las fertilizantes

El estado físico en que se presenta un abono puede ser sólido, líquido y gaseoso. Tanto la homogeneidad de la distribución y su integración mas o menos a suelo van a depender de su estado.

Abonos sólidos

Los abonos sólidos son los más utilizados, se presentan en las siguientes formas:

Abonos pulverulentos: su finura es variable según el tipo de fertilizante. No son recomendables ya que su manejo resulta molesto y sufren pérdidas en su manipulación; en épocas de mucho viento las pérdidas pueden ser elevadas.

Sin embargo, esta forma es apropiada cuando la solubilidad en agua es escasa y cuando el abono se mezcla íntimamente con el suelo.

Abonos granulados

Son los que contienen por lo menos el 90 % de sus partículas con un tamaño de 1-4 mm. Esta presentación hace su manejo más cómodo, permite una dosificación más exacta y una distribución mas uniforme sobre el terreno. La granulación se logra añadiendo sustancia aglutinantes que convierten el polvo en gránulos.

Abonos cristalinos

Esta presentación consiste de cristales de fertilizantes casi libres de polvo lo que facilita su distribución y manipulación.

Abonos perlados

Sistema de granulación muy homogéneo. Se logran mediante la solidificación de los fertilizantes dejándose caer a gran altura en el proceso de fabricación.

Abonos macrogranulados

Son aquellos con gránulos de 1-3 cm de tamaño y hasta mayores, son de liberación progresivas de sus elementos nutritivos. Son utilizados en sitios donde existe posibilidad de ser lavados o cuando los sistemas vegetativos de las plantas no permiten una rápida absorción de nutrientes.

Abonos líquidos

Son cada vez mas utilizados por la homogenización que se logra en su distribución, los tipos más importantes son:

Suspensiones: con arcillas dispersas en agua, las sales minerales que se usan en la fertilización se mantienen unidas firmemente a la arcilla sin que

haya solubilidad, pero con el tiempo requieren una agitación periódica para evitar su deposición en el fondo del recipiente.

Soluciones a presión: son soluciones acuosas de nitrógeno que se presentan como amoníaco anhidro en alta concentración lo que la que se mantiene en equilibrio con la presión atmosférica. Requieren de un equipo para su aplicación que soporte la presión.

Disolución verdadera: son aquellas que contienen uno o varios elementos nutritivos disueltos en agua. Como las sales minerales utilizadas son muy solubles, su utilización ya sea concentrada o disuelta son muy utilizadas.

Abonos gaseosos

Únicamente es utilizado el amoníaco anhidro, que es un gas a presión y temperatura normal. Para que pase a estado líquido y facilitar el almacenaje y transporte, se comprime y luego se vuelve gas cuando se inyecta al suelo. Si se maneja mal pueden ocurrir pérdidas.

Fertilizantes de liberación lenta

Se caracterizan porque se disuelven poco a poco y van liberando para las raíces los nutrientes lentamente, a lo largo de varios meses. Esto se consigue por la propia formulación química o por recubrir las bolitas con una especie de membrana que dejan salir los minerales lentamente. Son más caros que los convencionales pero duran más. Ej.: Osmocote, Nitrofoska Stabil, Nutricote, etc.

Abonos foliares

Se aplican pulverizando sobre la planta. El abono foliar se usa como complemento al abonado de fondo. Es muy interesante para aportar

micronutrientes: Hierro, Manganese, Cobre, etc., ya que se precisan en pequeñísimas cantidades y se asimilan por las hojas. Los fertilizantes que contienen tanto macronutrientes como micronutrientes no solo deben ser solubles, sino que además deben ser estables a los valores del pH del medio de cultivo. Básicamente en suelos básicos, los microelementos metálicos se precipitan a formas no asimilables por las plantas, si se aportan en forma mineral, por lo que se recurre al empleo de quelatos. Un quelato es un compuesto químico constituido por una molécula de origen orgánica, que rodea y se enlaza por varios puntos a un ión metálico, protegiéndolo de la precipitación, tanto en su aplicación por vía foliar como al suelo.

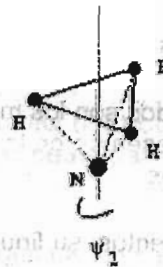
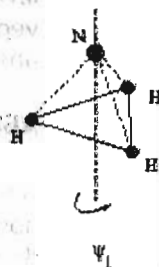
La molécula orgánica quelatante mas utilizada es el EDTA (Ácido Etilen-Diamino Tretaacético).

Manufactura de fertilizantes

Abonos nitrogenados

El amoníaco es la fuente más económica para la fabricación de fertilizantes nitrogenados, se obtiene por medio de síntesis.

La molécula tiene forma piramidal donde tres de los orbitales se solapan con los hidrógenos y el que resta se queda con los electrones no compartidos.

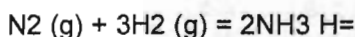


El nitrógeno ocupa el vértice de una pirámide, cuya base es un triángulo equilátero formado por los tres átomos de hidrógeno.

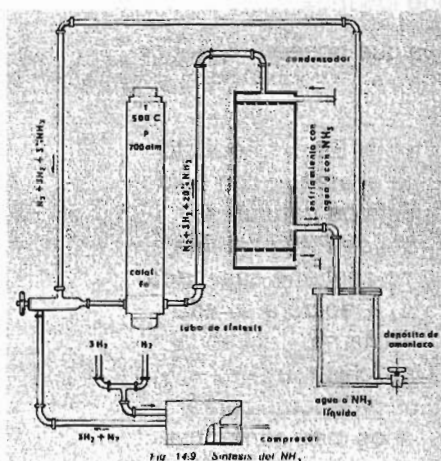
En el amoníaco tenemos átomos de hidrógeno unidos al nitrógeno, que es un átomo pequeño y electronegativo, por lo que el amoníaco presentará enlaces intermoleculares de puentes de hidrógeno al igual que la molécula de agua. Este tipo de enlace provoca que sus puntos de fusión y ebullición, al calor de vaporización, la constante dieléctrica, etc. Sean anormalmente altos.

Obtención del Amoníaco

A nivel industrial se utiliza el proceso de Haber-Bosch, que consiste en la síntesis a partir de sus elementos:



-92.4 KJ



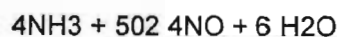
Síntesis del amoníaco

Esta ecuación es un ejemplo de equilibrio. Por lo que utilizaremos el principio de Le Chatelier para calcular las condiciones óptimas. Según este principio tendríamos que conseguir una temperatura baja y una presión elevada. Pero a una baja temperatura la velocidad de reacción es extremadamente lenta. Por estas causas el proceso de formación del amoníaco se realiza entre los 400-500° C a través de un catalizador de óxido de hierro, y a unas 1000 atm de presión consiguiendo rendimientos de un 50 a un 70%.

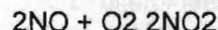
Obtención del Ácido Nítrico

Para la obtención del ácido nítrico de forma industrial se utiliza el denominado proceso de Ostwald. Consiste en la oxidación catalítica del amoníaco procedente de la síntesis de Haber, a óxidos de nitrógeno que por acción del agua pasan a ácido nítrico. Podemos dividir el proceso en tres fases:

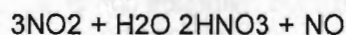
Oxidación del amoníaco a óxido nítrico: La mezcla gaseosa de amoníaco y aire enriquecido en oxígeno se calienta a unos 800 °C a través de un catalizador de platino, la reacción es:



Oxidación de NO a NO₂: El monóxido de nitrógeno pasa a la torre de oxidación donde se añade más aire, oxidándose a dióxido de nitrógeno:



Paso de NO₂ a HNO₃: El dióxido de nitrógeno formado se conduce a la torre de hidratación donde, siempre en presencia de un exceso de aire, reacciona con el agua.



El ácido así obtenido se concentra por destilación, hasta que se obtiene una disolución de punto de ebullición constante, que es el ácido nítrico comercial (68% en peso y densidad 1,4 g/cm³)

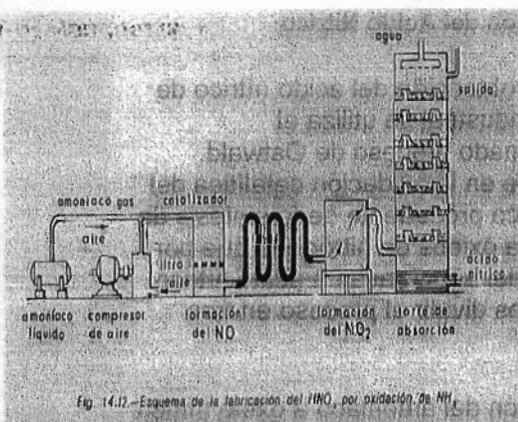


Fig. 14.12.- Esquema de la fabricación del HNO₃ por oxidación de NH₃

Formación del HNO₃ por oxidación de NH₃

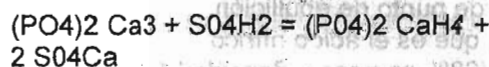
Abonos fosfatados

Superfosfatos de cal

Los superfosfatos minerales (en oposición a los superfosfatos en huesos, cuyo uso es ya muy raro) se obtienen atacando los fosfatos naturales con ácidos sulfúrico y fosfórico. La cantidad de ácido se dosifica para que la casi totalidad del fosfato tricálcico se transforme en monocalcico soluble en agua.

En el mercado se encuentran tres tipos principales de superfosfatos:

Superfosfato simple. Es el resultado del ataque de los fosfatos naturales con el ácido sulfúrico, que se combina con la cal, dando sulfato de cal, según la fórmula:



fosfato tricálcico, ácido sulfúrico
fosforico monocalcico, sulfato de cal.

El superfosfato simple es una mezcla de fosfato monocalcico (16 a 24% de P2O5 soluble en agua y citrato, siendo al menos el 90% soluble en agua) y de sulfato de cal o yeso, aproximadamente, al 50% en peso.

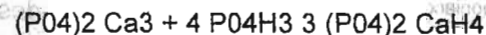
Por otro lado, contiene de un 9 a un 12% de azufre y el 28% de CaO, así como pequeñas cantidades de

microelementos (Fe, Zn, Mn, B, Mo). El superfosfato, de 18% P2O5 es el más corriente.

Se observará que la riqueza del superfosfato simple depende de la calidad del fosfato natural utilizado (no se puede obtener una riqueza de P2O5 superior a la cuarta parte del contenido de fosfato tricálcico en el fosfato roca natural).

b) Superfosfato enriquecido. Se obtiene atacando los fosfatos naturales con una mezcla, en proporciones variables, de ácidos sulfúrico y fosfórico, por lo que cabe obtener una gama de productos cuya riqueza va de 25 a 35% de ácido fosfórico, soluble en agua y citrato. También contiene una proporción importante de sulfato de cal, que corresponde a una riqueza de 5 a 9% de azufre (siendo los más concentrados los que poseen la menor cantidad de azufre).

c) Superfosfato triple. Es un producto obtenido mediante el ataque con ácido fosfórico de los fosfatos naturales; posee de 38 a 48% de P2O5 soluble en agua y citrato, y no contiene casi nada de azufre (1 a 5%). Debido a su alta concentración, resulta muy útil en la preparación de mezclas muy concentradas. Los productos con el 45% de P2O5 son los más corrientes.



fosfato natural, ácido ortofosfórico,
fosfato monocalcico

Los superfosfatos normales, enriquecidos o concentrados, Pueden aplicarse a todos los cultivos y no solamente en los abonados de fondo, como los restantes abonos fosfóricos, sino también en cobertera y localizados, con el fin de asegurar la alimentación fosfatada de las plantas en momentos críticos.

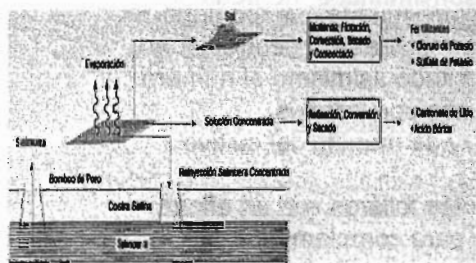
Los superfosfatos están particularmente indicados en todas las

tierras provistas normalmente de cal. Se les ha acusado, equivocadamente, de ser responsables de la acidificación de los suelos cultivados; sin embargo, experiencias de larga duración han demostrado que, incluso con dosis fuertes, el superfosfato no tiene influencia sobre el pH del suelo.

Los superfosfatos son los abonos fosfatados por excelencia de las tierras neutras y calizas, y, junto con el fosfato amónico, el que utiliza la planta más rápidamente.

Cuando se habla de superfosfato, sobre todo, suele mencionarse la retrogradación, fenómeno que tiende a disminuir la actividad de los iones $P04^-$ y que es debido al enriquecimiento en calcio del fosfato monocálcico, que pasa al estado bicálcico, y después al tricálcico. Este hecho es indiscutible en los suelos calizos, pero también es cierto que los iones $P04^-$ que hayan sufrido esta «retrogradación» no se pierden para la planta, encontrándose en una situación que les permite volver, en su mayor parte, a la solución del suelo.

Abonos potásicos

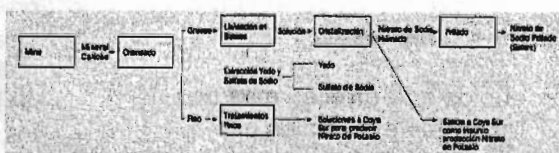


Las salmueras son extraídas a pozos de bombeo situados estratégicamente en salares. Las salmueras están presentes en diversos bolsones de líquido bajo la superficie del salar. Luego de ser extraída la salmuera, rica en sales, es bombeada a pozas de evaporación, a través de las cuales se obtienen las sales contenidas en la salmuera.

Parte de la salmuera líquida, luego de

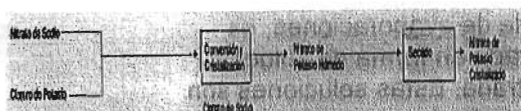
una serie de evaporaciones, es recuperada en forma de solución concentrada. Estas soluciones son transportadas y procesadas para la obtención de Carbonato de Litio y de Ácido Bórico. Otra parte de las salmueras ya concentradas, son reinyectadas a los depósitos subterráneos del salar.

Las sales depositadas en las pozas de evaporación son debidamente cosechadas y transportadas para ser procesadas. Mediante procesos de molienda, flotación, secado y compactado se obtienen los siguientes productos: Cloruro de Potasio y Sulfato de Potasio.



Los depósitos de mineral de caliche en el norte de Chile son los mayores conocidos y actualmente la única fuente de nitratos naturales comercialmente explotada en el mundo. El origen geológico de los depósitos minerales de caliche no es claro. Se piensa que la formación del caliche es el resultado de depósitos de sedimentos de un antiguo mar interior o alternatively la acumulación de minerales como resultado de la erosión de la cara occidental de Los Andes.

La sobrecarga del caliche es removida con bulldozers, posteriormente con cargas explosivas se quiebra el mineral de caliche, luego cargadores frontales toman el mineral y lo cargan sobre camiones. Estos descargan el mineral que es transportado mediante correas transportadoras hasta la planta de molienda. En las plantas el caliche se muele mecánicamente hasta un tamaño de aproximadamente media pulgada. El mineral molido es entonces transferido a una planta de lixiviación en bateas donde se extraen sus contenidos de nitratos, yodo y sulfato.



Obtención nitrato de potasio

Estas sales son utilizadas como insumo en la producción de nitrato de potasio.

Fertilizantes simples

Los fertilizantes simples, como su nombre lo indica, son aquellos que aportan uno solo de los tres elementos mayores, ya sea nitrógeno, fósforo o potasio y que adicionalmente pueden contener elementos secundarios o microelementos (calcio, magnesio, boro, hierro, por ejemplo).

Fertilizantes compuestos

Los productos que ofrecen más de uno de los elementos esenciales primarios y que, además, pueden contener elementos secundarios o micronutrientes se denominan fertilizantes compuestos. Por otra parte, dependiendo del procedimiento que se utilice para su obtención y combinación se les denominan fertilizantes mezclados, que resultan de la mezcla física o mecánica de elementos sin la presencia de ninguna reacción química y generalmente se hace en seco. Ejemplos son los fertilizantes 15-15-15, 12-24-12.

Fertilizantes complejos

Son aquellos en los cuales la mezcla de los elementos se hace en fase líquida, mediante una reacción química (ya sea de ingredientes o de materias primas). Para elaborar este tipo de fertilizantes se requiere una compleja instalación industrial. La diferencia entre uno y otro radica en que en el complejo cada partícula presenta la misma composición en términos de nitrógeno, fósforo y potasio, mientras que en el mezclado cada elemento se encuentra en una partícula individual. Son también conocidos como peletizados.

Fertilizantes foliares

Los fertilizantes foliares son compuestos sólidos solubles o líquidos preparados para pulverizaciones foliares a los cultivos, conteniendo en general macronutrientes, y en ocasiones también micronutrientes. Gracias a una adecuada formulación con determinados coadyuvantes, tensoactivos, penetrantes, etc., la asimilación de estos fertilizantes a través de las hojas es de una gran rapidez, incorporándose los nutrientes en el ciclo metabólico del cultivo.

La fertilización foliar tiene como ventaja principal, esa rapidez de actuación y asimilación, al tiempo que se evitan precipitaciones, inmovilizaciones o lavados que pueden afectar a los nutrientes cuando se hacen aplicaciones al suelo. Como sabemos las lixiviaciones afectan principalmente al nitrógeno, mientras que las precipitaciones e inmovilizaciones afectan al fósforo.

No obstante la fertilización foliar siempre hay que contemplarla como un complemento de la fertilización de base o de suelo, puesto que las cantidades de nutrientes que podemos incorporar foliarmente son limitadas, no pudiendo superar determinadas concentraciones y estando limitado asimismo el número de tratamientos por razones económicas y de manejo del cultivo.

Los fertilizantes foliares son un eficaz instrumento para complementar la nutrición, bien porque la fertilización de base haya sido insuficiente, bien porque deseemos nutrir al cultivo con cantidades adicionales de nutrientes para conseguir mejores rendimientos. También son muy útiles cuando los análisis foliares indican desequilibrios o deficiencias que debemos subsanar mediante pulverizaciones foliares.

Abono nitrogenados

Nitrato de calcio. $5[Ca(NO_3)_2 \cdot 2H_2O]$
 NH_4NO_3 . Se obtiene químicamente

con nitrato cálcico hidratado y a veces nitrato amónico. Aporta una forma de nitrógeno en forma amoniacal, se emplea como fuente tanto de calcio como nitrógeno.

N: 15.5%, CaO: 27%

Nitrato de magnesio. $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$. Se obtiene químicamente de nitrato de magnesio hexahidratado. Se emplea cuando se desea suministrar magnesio, también aporta nitrógeno.

MgO: 10%

N: 11%

Nitrato de amonio. NH_4NO_3 . Aporta nitrógeno tanto en forma nítrica como amoniacal. Es usado en fertirrigación de cultivos en suelos, aunque también en cultivo sin suelo en etapas de rápido crecimiento.

N: 33.5%

Sulfato de amonio. $SO_4(NH_4)_2$. Es un abono que se emplea para disminuir la lixiviación, también aporta azufre. Es usado en suelos con pH alcalinos o ligeramente ácidos ya que tiende a acidificar los suelos.

N: 21%, SO_3 : 60%

Urea. Se fabrica a partir de diamida carbónica. Es usada en suelos ácidos ya que no tiene efecto sobre el pH del suelo. También es usado en forma foliar. Solo se usa en suelos alcalinos si se entierra, a fin de evitar la pérdida en forma de gas.

N: 45-46%

Superfosfato simple. Se obtiene por reacción del fosfato mineral triturado con ácido sulfúrico.

P_2O_5 : 21 %

Superfosfato triple. Se obtiene por reacción del fosfato mineral triturado con ácido fosfórico por varias veces.

P_2O_5 : 46 %

Sulfato potásico. Se obtiene químicamente a partir de sales de potasio. Su fórmula química es: K_2SO_4 . Se usa como fuente de potasio cuando no se desee otra fuente que añada nitrógeno.

K_2O : 50%, SO_3 : 47.5%

Cloruro de potasio. $Cl K$. Se obtiene a partir de sal potásica, esencialmente cloruros.

K_2O : 60%

Abonos Compuestos

Abono NPK. Producto obtenido químicamente o por mezcla, sin incorporación de materia orgánica.

Abono NP. Producto obtenido químicamente o por mezcla, sin incorporación de materia orgánica.

Un fertilizante muy usado es el fosfato monoamónico $NH_4H_2PO_4$

P_2O_5 : 61%, N: 12%

Abono NK. Obtenido químicamente o por mezcla, sin incorporación de materia orgánica.

Un fertilizante muy usado es el nitrato potásico KNO_3 . Es una fuente de potasio aunque también aporta nitrógeno.

N: K_2O 46%, N: 13%

Abono PK. Obtenido químicamente o por mezcla, sin incorporación de materia orgánica.

Un abono dentro del grupo es el fosfato monopotásico KH_2PO_4

P2O5: 53%, K2O: 34%

Después de la siembra

Forma de aplicación de fertilizantes

Es posible clasificar los diferentes sistemas de fertilización de la siguiente manera:

Al Voleo o Cobertura Total

Este método implica la colocación de fertilizante en la totalidad del terreno antes o después de la siembra.

Antes de la siembra

Conviene incorporarlo con arado, equipos gasificadores o con las labores previas a la implantación.

Incorporación Profunda

Es muy adecuada cuando se implantan cultivos de importantes sistemas radiculares –girasol-, o en praderas y en aquellos programas de fertilización de base suelos pobres o empobrecidos, en los cuales se hacen correcciones de pH y de nutrientes con fertilizantes fosfatados y/o potásicos o en aplicaciones de nitrógeno anhidro.

Incorporación superficial

Se utiliza en la implantación de pasturas nuevas y en cualquier cultivo, incorporando con rastra de disco o de vibrocultivador.

Es muy importante en siembra directa, con el fin de aumentar el nivel de nitrógeno del suelo presiembra.

Sin incorporación

Se emplea en las mismas situaciones que la incorporación superficial. El ideal es aplicar este sistema antes de que nazcan las plantas para que éstas dispongan de nutrientes desde el inicio.

Con incorporación

Se realiza cuando falta nitrógeno en los cultivos de escarda –girasol, maíz, sorgo, algodón- y se incorpora en el suelo.

Sin incorporación

Se aplica en las pasturas viejas, en las recién sembradas y en los cultivos de macollaje.

En bandas laterales

Este método consiste en aplicar el fertilizante al costado (5-10 cm.) y por debajo (7-15 cm.) de la semilla en el momento de la siembra.

Este es el sistema más aconsejable para la implantación de los cultivos. Permite incorporar dosis más elevadas de abono que en la aplicación en el surco y hace más eficiente el aprovechamiento de los nutrientes, sobre todo cuando se aplican fertilizantes nitrogenados (Urea, Nitrato y Sulfato de Amonio), fosfato-nitrogenados o nitrogenados-potásicos (Nitrato de Potasio).

En el surco

Junto con la semilla

Cuando se aplican fertilizantes nitrogenados, fosfatados-nitrogenados y nitrogenados-potásicos en altas dosis es posible que se presenten plantas "quemadas". Ante posibles movimientos de agua en el suelo, las sales pueden afectar las semillas en germinación o por contacto, produciéndose efectos que restringen la humedad en las plántulas, secándolas: en otras situaciones retrasan el nacimiento o reducen las producciones (sales armonio) por toxicidad.

Se recomienda cuando se aplican dosis bajas (menos de 60 Kg. por ha) de Fosfato de Amonio (18-46-0) o nitrogenados como "arrancadores" en la siembra.

Debajo del surco (15 cm.)

No hay inconvenientes cuando se aplican fosfatos. Si utilizamos fosfatados-nitrogenados, nitrogenados-potásicos o nitrogenados en dosis que no superen los 50-100 Kg./ha. Según cultivo. Esto es preventivo pues según las lluvias o sequías puede afectarse la implantación.

Todas las formas de aplicación en el surco deben complementarse con aplicaciones al voleo, dependiendo de los requerimientos, pues en general se aplican dosis que no satisfacen al cultivo.

Entre líneas

Es la aplicación de fertilizantes sobre cultivos establecidos, entre los surcos de siembra.

En agricultura convencional y siembra directa, con este sistema es posible incorporar los abonos nitrogenados en dos formas: Como gas (Amoníaco anhidro) empleando equipos especiales o como granulados incorporándolo cuando la distancia entre líneas lo permite, con equipos adaptados al efecto.

Este es un sistema complementario de la fertilización en el surco, en bandas laterales y al voleo, porque permite complementar las dosis de nitrogenados necesarios al cultivo y superar imprevistos: por ejemplo las deficiencias de nitrógeno causadas por abundantes lluvias.

Daños al ambiente por uso de fertilizantes

Los fertilizantes y pesticidas deben ser usados en las cantidades adecuadas para que no causen problemas. En muchos lugares del mundo su excesivo uso provoca contaminación de las aguas cuando estos productos son arrastrados por la lluvia. Esta contaminación provoca eutrofización de las aguas, mortandad en los peces y otros seres vivos y daños en la salud humana.

Especialmente difícil de solucionar es la contaminación de las aguas subterráneas con este tipo de productos. Muchos acuíferos de zonas agrícolas se han contaminado con nitratos hasta un nivel peligroso para la salud humana, especialmente para los niños.

Al mismo tiempo, en otros países, el uso de cantidades demasiado pequeñas de fertilizantes disminuye los nutrientes del suelo, con lo que contribuye a su degradación.

Cuando un lago o embalse es pobre en nutrientes (oligotrófico) tiene las aguas claras, la luz penetra bien, el crecimiento de las algas es pequeño y mantiene a pocos animales. Las plantas y animales que se encuentran son los característicos de aguas bien oxigenadas como las truchas.

Al ir cargándose de nutrientes el lago se convierte en eutrófico. Crecen las algas en gran cantidad con lo que el agua se enturbia. Las algas y otros organismos, cuando mueren, son descompuestos por la actividad de las bacterias con lo que se gasta el oxígeno. No pueden vivir peces que necesitan aguas ricas en oxígeno, por eso en un lago de estas características encontraremos organismos de aguas poco ventiladas. En algunos casos se producirán putrefacciones anaeróbicas acompañadas de malos olores. Las aguas son turbias y de poca calidad.

desde el punto de vista del consumo humano o de su uso para actividades deportivas. El fondo del lago se va rellenando de sedimentos y su profundidad va disminuyendo.

Nutrientes que eutrofican las aguas

Los nutrientes que más influyen en este proceso son los fosfatos y los nitratos. En algunos ecosistemas el factor limitante es el fosfato, como sucede en la mayoría de los lagos de agua dulce, pero en muchos mares el factor limitante es el nitrógeno para la mayoría de las especies de plantas.

En los últimos 20 o 30 años las concentraciones de nitrógeno y fósforo en muchos mares y lagos casi se han duplicado. La mayor parte les llega por los ríos. En el caso del nitrógeno, una elevada proporción (alrededor del 30%) llega a través de la contaminación atmosférica. El nitrógeno es más móvil que el fósforo y puede ser lavado a través del suelo o saltar al aire por evaporación del amoníaco o por desnitrificación. El fósforo es absorbido con más facilidad por las partículas del suelo y es arrastrado por la erosión o disuelto por las aguas de escorrentía superficiales.

Fuentes de eutrofización

Eutrofización natural. La eutrofización es un proceso que se va produciendo lentamente de forma natural en todos los lagos del mundo, porque todos van recibiendo nutrientes.

Eutrofización de origen humano.

Los vertidos humanos aceleran el proceso hasta convertirlo, muchas veces, en un grave problema de contaminación. Las principales fuentes de eutrofización son: los vertidos urbanos, que llevan detergentes y desechos orgánicos; los vertidos ganaderos y agrícolas, que aportan fertilizantes, desechos orgánicos y

otros residuos ricos en fosfatos y nitratos.

Las aguas subterráneas suele ser más difíciles de contaminar que las superficiales, pero cuando esta contaminación se produce, es más difícil de eliminar. Sucede esto porque las aguas del subsuelo tienen un ritmo de renovación muy lento. Se calcula que mientras el tiempo de permanencia medio del agua en los ríos es de días, en un acuífero es de cientos de años, lo que hace muy difícil su purificación.

Este tipo de contaminación suele ser más intensa junto al lugar de origen y se va diluyendo al alejarnos. La dirección que sigue el flujo del agua del subsuelo influye de forma muy importante en determinar en que lugares los pozos tendrán agua contaminada y en cuales no. Puede suceder que un lugar relativamente cercano al foco contaminante tenga agua limpia, porque la corriente subterránea aleja el contaminante de ese lugar, y al revés.

Necesidades y precauciones

Los productos agroquímicos se utilizan en todo el mundo para mejorar o proteger los cultivos y el ganado. Los fertilizantes se aplican para obtener buenos rendimientos de cultivos que están protegidos contra los insectos y las enfermedades con la utilización oportuna de plaguicidas. Los animales de las explotaciones agrícolas están igualmente protegidos contra los parásitos y las enfermedades por medio de tratamientos veterinarios como la vacunación, la administración oral de medicamentos o la inmersión. La palabra «utilización» debe interpretarse en su sentido más amplio para incluir el uso por cualquier persona, ya sea empleador, trabajador o miembro de la familia, y debe abarcar asimismo cualquier actividad conexas como el manejo, el almacenamiento, el transporte, el derramamiento o la eliminación.

Todos estos usos pueden requerir un amplio conjunto de equipo y materiales, desde aeroplanos hasta vaporizadores de autopropulsión o desde vaporizadores manuales hasta la aplicación a mano. Las sustancias utilizadas varían también y pueden incluir polvos, gránulos, líquidos o gases. Muchas son venenosas o nocivas para los seres humanos, el ganado, la fauna y la flora, y el medio ambiente, por diversas causas: efectos tóxicos y corrosivos; peligro de explosión o de incendio; utilización indiscriminada que puede contaminar el aire, el agua y el suelo como consecuencia de elevados niveles de residuos en los alimentos que se consumen, y contaminación del agua potable.

En la presente guía se describen medidas prácticas para suprimir o reducir al mínimo los efectos nocivos de los productos agroquímicos y se hace una breve descripción de las prácticas adecuadas de distribución, preparación de los productos compuestos, utilización, almacenamiento y eliminación, así como del registro adecuado de los acontecimientos e incidentes pertinentes

Los consejos indicados deben contribuir a garantizar que los productos agroquímicos se utilicen de manera segura y sin riesgos innecesarios para los seres humanos, el ganado, la fauna y la flora, y el medio ambiente.

Fertilizantes

Los fertilizantes son nutrientes de las plantas y oligoelementos aplicados en general al suelo para favorecer el crecimiento de los cultivos. Estos productos químicos, conocidos también como «abonos artificiales». Algunos de ellos, sean los naturales o los fabricados, pueden causar irritación o quemaduras en la piel.



Tractor dotado de un aspersor de fertilizantes

Seguridad y salud

La seguridad y la salud en el empleo de productos agroquímicos ha sido una de las principales preocupaciones de las organizaciones internacionales y de muchos gobiernos, empleadores y trabajadores y de sus organizaciones durante más de dos décadas. Algunos productos agroquímicos como los plaguicidas son sumamente peligrosos para la salud de los trabajadores y de la población en general, así como también para el medio ambiente. Sin embargo, se pueden utilizar en condiciones de seguridad si se adoptan las precauciones adecuadas. En consecuencia, muchos países industrialmente desarrollados aplican reglamentaciones estrictas con respecto a la producción, venta y utilización de plaguicidas, los cuales constituyen el grupo más peligroso de los productos químicos destinados a la agricultura. Esos países han prohibido o restringido fuertemente el empleo de algunos plaguicidas muy peligrosos. Puede suceder que otros países se vean obligados a importar los productos agroquímicos prohibidos o de utilización restringida debido a necesidades concretas, por ejemplo, para erradicar una plaga particular. En estos países los beneficios económicos del desarrollo agropecuario compensan con creces los peligros posibles. Por ese motivo, aunque los problemas de seguridad y salud pueden variar de un país a otro, conviene establecer procedimientos claros y comunes para la utilización de los productos agroquímicos.

Todas las personas responsables de la producción, importación, almacenamiento y venta de productos

agroquímicos tienen un papel que desempeñar para garantizar que se utilicen en condiciones de seguridad y de salud. Las organizaciones internacionales, los gobiernos, los empleadores y los trabajadores y sus organizaciones, y los dirigentes comunitarios tienen una función fundamental: instruir a los usuarios de productos agroquímicos acerca de los riesgos de las sustancias que manipulan, cómo penetran en el cuerpo, la índole de los efectos tóxicos y los métodos adecuados de utilización, y deben igualmente informarlos sobre los derechos y las responsabilidades de las autoridades públicas, otras organizaciones y la población en general.

¿Cómo pueden penetrar las sustancias peligrosas en el cuerpo?

La mayoría de los productos agroquímicos producirá un efecto adverso si penetran en el cuerpo. Los más tóxicos son particularmente peligrosos incluso en pequeñas cantidades. Muchos trabajadores agrícolas mueren y muchos más son envenenados o lesionados cada año a causa de la penetración de esas sustancias en el cuerpo; las principales vías de absorción son el aparato respiratorio (inhalación), la piel (absorción cutánea) y el aparato digestivo (ingestión). Casi todos esos accidentes se pueden evitar impidiendo que los productos agroquímicos penetren en el cuerpo.

Inhalación



Absorción cutánea



Cuando los productos químicos destinados a la agricultura adoptan la forma de gases, gotitas finas de pulverización, polvo, emanaciones y humo, es más probable que penetren en los pulmones con la respiración. Los gases se mezclan con el aire. Otros productos tienden a permanecer suspendidos en la atmósfera durante cierto tiempo después de ser emitidos, por ejemplo, por la pulverización. A menudo esas partículas son tan pequeñas y están tan dispersas que no se pueden ver. Se sabe que la pulverización de productos agroquímicos sin precauciones adecuadas es una de las causas comunes del envenenamiento por inhalación. Los que utilizan fumigantes y gases corren un particular peligro de envenenamiento por inhalación. Los que se ocupan de los animales corren el riesgo de inhalar las emanaciones pulverizadas provocadas por los animales que se sacuden al salir de inmersiones de tratamiento veterinario.

Ingestión



Absorción cutánea

Es una de las vías de envenenamiento más corrientes. Los plaguicidas actúan contra las plagas y las destruyen atravesando la piel del insecto o la superficie de plantas que se consideran malas hierbas. Por consiguiente, esas sustancias pueden atravesar, fácilmente la piel humana intacta, si se deja que lo hagan. Algunos productos compuestos son especialmente peligrosos si, además de ser tóxicos, contienen disolventes penetrantes como queroseno, productos derivados del petróleo o xileno, que pueden atravesar las ropas de trabajo sin que se dé cuenta el trabajador. Cuando se trabaja en un ambiente caluroso que favorece la dilatación de los poros de la piel, el peligro es aun mayor, porque la absorción cutánea es más rápida; lo mismo ocurre cuando hay cortes, lesiones superficiales o enfermedades de la piel. Además, muchos productos veterinarios son sustancias químicas que pueden ser fácilmente absorbidas a través de la piel.

La higiene deficiente o prácticas incorrectas son a menudo la causa de contaminación de los labios y la boca o de que se ingieran accidentalmente productos agroquímicos. Entre las causas más frecuentes cabe citar el no lavarse adecuadamente antes de las

comidas y el fumar durante el trabajo. Otro hábito incorrecto es el de tratar de limpiar la boquilla bloqueada de un pulverizador colocándosela entre los labios y soplando. En algunos países los plaguicidas y los productos veterinarios se trasiegan de grandes contenedores adecuadamente etiquetados a botellas sin etiquetas destinadas a la venta. Posteriormente, éstas pueden confundirse con bebidas no alcohólicas y consumirse. Estas prácticas deben prohibirse. Una sustancia tóxica puede causar la muerte incluso en cantidades mínimas si se ingiere de esta manera. Las sustancias tóxicas inhaladas pueden ingerirse al tragar la saliva contaminada.

Otras formas de contaminación

Muchos productos agroquímicos ocasionan efectos nocivos localizados al entrar en contacto con la piel o con los ojos, aun si no son absorbidos. Entre éstos cabe mencionar algunos plaguicidas, ácidos fuertes como el sulfúrico y álcalis fuertes como la sosa cáustica. En ocasiones, los productos veterinarios también provocan problemas cuando su utilización entraña la tarea complementaria de controlar al animal que se está tratando. Puede producirse por accidente la autoinyección o el rasgado de la piel con una aguja. Estos accidentes pueden causar graves efectos nocivos localizados, según el grado de penetración en la piel.

Clasificación y medidas conexas

Ya se ha dicho que los trabajadores de la agricultura pueden estar expuestos a diversos productos químicos en el trabajo. La mayor parte de esos productos son tóxicos.

Consecuentemente, todos los usuarios de productos agroquímicos deben saber cómo utilizar los productos de manera inocua aumentando sus conocimientos sobre los peligros que corren, tanto ellos como otras personas. El conocimiento es una

defensa eficaz que se puede adquirir leyendo y entendiendo la etiqueta que figura en los recipientes. Si siguen estrictamente las instrucciones indicadas en la etiqueta, los usuarios de productos agroquímicos aprenderán a protegerse y a proteger a otras personas, el ganado, la fauna y la flora y el medio ambiente.

Clasificación

Los peligros de los miles de productos agroquímicos que se venden en el mercado se pueden clasificar como tóxicos, nocivos, corrosivos, irritantes, inflamables, explosivos u oxidantes. Algunos productos agroquímicos pueden ocasionar más de uno de esos peligros.

La palabra «tóxico» ya se ha utilizado en la presente guía para designar en general a cualquier sustancia que ocasionaría efectos nocivos si penetrara en el cuerpo. Debe advertirse que palabras como «tóxico» o «nocivo» tienen un significado concreto cuando figuran en una etiqueta. Esas palabras suelen ir acompañadas de un símbolo.

Toxicidad

La toxicidad de una sustancia está principalmente determinada por los resultados de las pruebas de laboratorio efectuadas con pequeños animales como las ratas. Esas pruebas determinan la cantidad de la sustancia que mata hasta al 50 por ciento de una muestra de animales para pruebas de laboratorio en un periodo especificado. Los resultados y, por consiguiente, la toxicidad de la sustancia se expresan de dos maneras, según que en el procedimiento de prueba los animales hayan ingerido o inhalado la sustancia.

Por ejemplo, una dosis letal 50 (DL 50) de 25 significa que, cuando a cada rata de un grupo se le aplicó 25 miligramos (mg) de la sustancia, la mitad de ellas murieron después de determinado periodo, dando por supuesto que cada

rata pesaba 1 kilogramo (kg). En la práctica, la cantidad de la sustancia tóxica que se ha de inocular se calcula según el peso corporal del animal sometido a prueba. Por ejemplo, si las ratas sometidas a prueba pesaran medio kilo cada una, los alimentos que se les suministran tendrían que contener sólo 12,5 mg de la sustancia.

Como existen numerosas variedades de sustancias agroquímicas, las etiquetas son también diferentes. Para describir los efectos nocivos se utilizan diversos símbolos en distintos colores, así como las palabras que figuran en la etiqueta. Por consiguiente, se debe poder entender lo que significan los símbolos y el texto.

Una etiqueta podría llevar el símbolo siguiente con alguno de los textos siguientes:

Muy tóxico o tóxico

Este símbolo con las palabras «muy tóxico» se utiliza para etiquetar una sustancia que, si se ingiere o inhala o si atraviesa la piel, puede provocar peligros para la salud sumamente graves, agudos (inmediatos) o crónicos (a más largo plazo) y hasta la muerte. El mismo símbolo con la palabra «tóxico» describe también a una sustancia sumamente peligrosa. La decisión de emplear la palabra «tóxico» se basa en los valores DL 50. En consecuencia, se requiere suma cautela para utilizar estos productos agroquímicos y es preciso seguir estrictamente las instrucciones que figuran en la etiqueta.

Las sustancias muy tóxicas y tóxicas Podrían igualmente designarse en la etiqueta según la categoría del peligro, por ejemplo categoría Ia y categoría Ib, respectivamente.

El símbolo siguiente con la palabra «nocivo» debe figurar en la etiqueta de cualquier sustancia que, si se inhala o ingiere o si atraviesa la piel, puede

entrañar riesgos limitados para la salud.

Irritabilidad

Se utiliza el mismo símbolo que para «nocivo», pero con la palabra «irritante» en algunas etiquetas. Esto significa que se trata de una sustancia no corrosiva que, con un contacto inmediato, prolongado o repetido con la piel o la membrana mucosa, puede causar inflamación.

Corrosividad

El símbolo siguiente con la palabra «corrosivo» figurará en la etiqueta de cualquier sustancia que destruye los tejidos vivos si entra en contacto con ellos. Las salpicaduras de esas sustancias sobre el cuerpo pueden provocar graves quemaduras en la piel y la carne.

Inflamabilidad

El símbolo siguiente con las palabras «muy inflamable» designa a un líquido que hierve a la temperatura corporal y que se incendiaría si estuviera expuesto a una llama. El mismo símbolo con las palabras «altamente inflamable» designa a una sustancia que:

Puede calentarse y finalmente incendiarse si entra en contacto con el aire a temperatura ambiente;

Es un sólido y puede incendiarse fácilmente tras un breve contacto con la fuente de ignición y seguirá ardiendo o se consumirá después de retirada la fuente de ignición;

Es un gas y arde en el aire a una presión normal;

En contacto con el agua o con aire humedecido emite gases altamente inflamables en cantidades peligrosas;

Es un líquido que puede incendiarse con ligeros indicios de ello cuando está expuesto a una llama.

El mismo símbolo con la palabra «inflamable» designa a cualquier sustancia líquida que se incendiaría si se la calentara por encima de la temperatura ambiente. Debería prohibirse fumar o encender una rama cerca de sustancias inflamables. Tampoco se debe permitir que esas sustancias estén expuestas a la luz solar directa ni que se calienten.

El símbolo siguiente con la palabra «oxidante» describe a cualquier sustancia que libere mucho calor mientras reacciona con otras sustancias, en particular sustancias inflamables.

Explosividad

El símbolo siguiente con la palabra «explosivo» describe a cualquier sustancia que puede explotar por efecto de una llama o si está sometida a choques o fricciones.

Etiquetado y reetiquetado

El objetivo de una etiqueta es transmitir un mensaje acerca de qué es el producto, quién lo fabrica y cómo debe utilizarse para que resulte inocuo y eficaz. Se pone considerable empeño en que las etiquetas comuniquen al usuario el mensaje de manera clara, concisa y fácilmente comprensible.

De ello se deduce que, para que el producto sea utilizado con seguridad, los usuarios deben primero leer y entender la etiqueta y ajustarse a sus instrucciones. Esta es una actividad tan importante como cualquier otra que entrañe el empleo de productos agroquímicos, y no debe descuidarse. Si los usuarios tienen cualquier dificultad en esta primera etapa trascendental, deben solicitar asesoramiento antes de seguir adelante.

Manipulación y utilización en condiciones de seguridad

En la presente sección se trata del embalaje, el transporte, el trasvase, el almacenamiento, la preparación y mezcla, la aplicación de plaguicidas, otras aplicaciones de productos agroquímicos, el derramamiento y la eliminación de recipientes y desechos.

Como la aplicación de plaguicidas es una actividad importante en la utilización de productos agroquímicos y al mismo tiempo la más peligrosa, se examinan por separado las precauciones que se han de tomar antes, durante y después de la aplicación.

El almacenamiento, el manejo de los derrames y la eliminación son también actividades peligrosas. Se describen las precauciones que se han de tomar para la protección de los usuarios así como del público en general y del medio ambiente.

Embalaje

Los productos agroquímicos se suelen suministrar en diversos envases. Estos pueden variar considerablemente en cuanto al tamaño, pasando desde una pequeña botella o caja hasta un gran tambor de metal o plástico. Los envases se fabrican de vidrio, metal, material plástico o papel y en algunos casos están sometidos a una gran presión interna. Gases licuados como el bromuro de metilo o el amoníaco anhidro pueden evaporarse dentro del recipiente y ejercer presiones sobre sus paredes. Los envases han de ser resistentes a esas presiones y a la acción corrosiva de las sustancias químicas.

Hay excepciones. Algunos fertilizantes como la cal viva, roca de fosfato y la escoria básica se pueden suministrar a granel en camiones.

Los usuarios de productos agroquímicos deben saber que cada envase debe adecuarse a las normas y disposiciones nacionales que se aplican al embalaje de productos agroquímicos. Es posible que en algunos países no existan reglamentaciones de ese tipo. En consecuencia, los usuarios deben estar al tanto de los requisitos generales para el embalaje. Esta información será útil para determinar qué productos agroquímicos están adecuadamente embalados en el momento de la compra. Los productos mal embalados pueden ocasionar peligros para la salud.

El envase de un producto agroquímico debe estar diseñado y construido de manera que:

El contenido no pueda escaparse durante la manipulación, el almacenamiento, el apilamiento, la carga y la descarga;

El contenido no se deteriore o eche a perder;

Los materiales de que está fabricado, con inclusión de sus cierres, como por ejemplo las tapas, no reaccionen con el contenido para formar otros compuestos;

Todas sus partes estén bien fabricadas y no sean afectadas negativamente por cambios en las condiciones atmosféricas como la presión, la temperatura y la humedad;

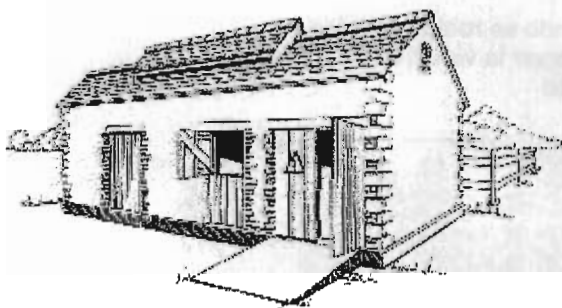
se le aplique un sello o precinto de garantía que se destruya al abrirse por primera vez y cuente con un sistema de cierre diseñado de manera que el usuario pueda volverlo a cerrar repetidas veces.

Almacenamiento

Habitualmente los productos agroquímicos son entregados en un almacén por el abastecedor o

transportados por el usuario. Después de cada uso parcial en la explotación agrícola suelen volver al almacén. Durante el almacenamiento son muy vulnerables al robo, el vandalismo, la utilización indebida, accidental o deliberada, o los efectos de condiciones climáticas extremas. Los usuarios que han de almacenar productos agroquímicos deben saber cómo construir y mantener un lugar para su almacenamiento, con el fin de garantizar su propia seguridad y la de otros. Deben asimismo adoptar las medidas necesarias para evitar la contaminación del medio ambiente.

Almacén de productos agroquímicos correctamente diseñado



En general, un almacenamiento en condiciones de seguridad debe garantizar el emplazamiento correcto para facilitar el acceso en el momento de la entrega del producto agroquímico y de su traslado a los vehículos que lo transportarán a la explotación agrícola. Si el almacén se encuentra dentro de un edificio de uso general, debe estar separado de otros depósitos como los de materiales inflamables. En la ubicación del almacén se deben asimismo tener en cuenta los posibles riesgos de contaminación debidos a fugas y derrames. El almacén debe estar situado lejos de zonas residenciales y de aguas de superficie como ríos, corrientes y depósitos utilizados para el abastecimiento de agua potable o de riego. En la figura 11 se muestra un almacén de productos agroquímicos.

Los almacenes no deben estar situados:

En zonas propicias a inundaciones o con posibilidades de contaminar las fuentes subterráneas de suministros de agua como pozos y pozos de sondeo.

En áreas de captación de aguas arriba o contracorriente para el abastecimiento, de agua; o

En áreas ambientalmente sensibles.

Debe haber una capacidad suficiente para el almacenamiento de la cantidad máxima de productos agroquímicos y deben tomarse medidas para la aplicación en condiciones de seguridad y de fácil acceso.

Los usuarios deben también asegurarse de que cualquier edificio utilizado para almacenar productos agroquímicos: sea una construcción sólida, resistente a los incendios, temperaturas extremas y acción química, e impenetrable a los líquidos. Los suelos deben estar diseñados para contener los derrames o fugas y deben tener una superficie no deslizante que pueda limpiarse con facilidad. Los muros externos deben ser resistentes al fuego por lo menos durante 30 minutos y todos ellos deben ser impermeables al agua, con sus superficies internas lisas, fácilmente lavables y que no retengan el polvo. Si un almacén es una construcción de un solo piso, el tejado debe estar construido con materiales no combustibles que caigan rápidamente y actúen como una salida en caso de producirse un incendio;

Disponga de entradas y salidas adecuadas con puertas resistentes al fuego que se abran hacia fuera siempre que sea posible. Los vanos de las puertas deben ser de tamaño adecuado para facilitar el movimiento seguro de los Materiales y las puertas interiores deben ser de tipo giratorio. Cuando los almacenes estén

construidos en un edificio de uso general, es preferible que las puertas de acceso se abran directamente sobre la parte exterior de ese edificio. Cuando eso no sea posible, el acceso no debe compartirse con zonas utilizadas con fines domésticos, para el almacenamiento de alimentos o para guardar animales;

Pueda detener derrames y fugas para proteger el medio ambiente externo. Cuando las condiciones ambientales sean particularmente sensibles, puede resultar necesario construir un sistema de drenaje interno conectado con una cisterna o con un muro circundante con capacidad para contener todos los productos agroquímicos almacenados;

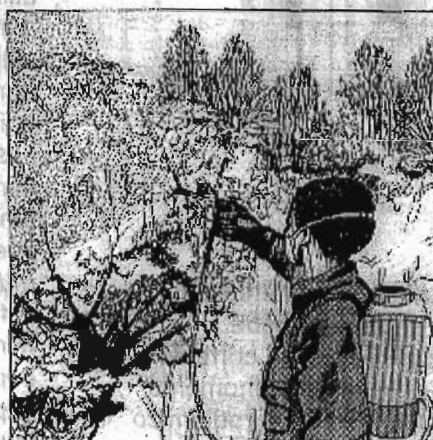
Se mantenga seco y sea resistente a temperaturas extremas. Con temperaturas muy elevadas o muy bajas la mayor parte de los productos agroquímicos se deterioran y pueden incluso dañar los recipientes. De modo análogo, la humedad debilitará los sacos de papel, lo que puede provocar el derrame del contenido. Dada la práctica cada vez más común de suministrar los plaguicidas en bolsitas solubles en agua, resulta muy conveniente que se almacenen en lugares absolutamente secos;

Disponga de iluminación natural o artificial suficiente, proporcionada por unas ventanas adecuadamente grandes o por iluminación artificial (por ejemplo eléctrica). Las ventanas no deben permitir que la luz del sol dé directamente sobre los productos químicos porque los rayos ultravioletas pueden causar el deterioro de los recipientes y de su contenido.

Método correcto de utilización de un pulverizador de mochila



Cuando se rocíen árboles, observar la velocidad y dirección del viento



Precauciones con posterioridad a la pulverización

Lavar bien las manos, la cara y el cuello, así como las demás partes del cuerpo que puedan haber quedado contaminadas. Si se llevaron puestos guantes, lavarlos antes de quitárselos.

Volver a almacenar en condiciones de seguridad los productos agroquímicos no utilizados y desechar sin riesgos los recipientes vacíos y cualquier

excedente que quede en el equipo de aplicación.

Descontaminar el equipo de aplicación lavándolo a fondo. Las lavazas deben vaciarse en un sumidero o cámara similar para ser recogidas en condiciones de seguridad y sin peligro para el medio ambiente.

Usos compost

El compostaje es el proceso biológico aeróbico, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia rápidamente biodegradable (restos de cosecha, excrementos de animales y residuos urbanos), permitiendo obtener "compost", abono excelente para la agricultura.

El compost o mantillo se puede definir como el resultado de un proceso de humificación de la materia orgánica, bajo condiciones controladas y en ausencia de suelo. El compost es un nutriente para el suelo que mejora la estructura y ayuda a reducir la erosión y ayuda a la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas.

Propiedades del compost

Mejora las propiedades físicas del suelo. La materia orgánica favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo agrícola, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad, y aumenta su capacidad de retención de agua en el suelo. Se obtienen suelos más esponjosos y con mayor retención de agua.

Mejora las propiedades químicas. Aumenta el contenido en macronutrientes N, P, K, y micronutrientes, la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) y es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos.

Mejora la actividad biológica del suelo. Actúa como soporte y alimento de los microorganismos ya que viven a

expensas del humus y contribuyen a su mineralización.

La población microbiana es un indicador de la fertilidad del suelo.

Materia primas del compost

Para la elaboración del compost se puede emplear cualquier materia orgánica, con la condición de que no se encuentre contaminada. Generalmente estas materias primas proceden de:

Restos de cosechas. Pueden emplearse para hacer compost o como acolchado. Los restos vegetales jóvenes como hojas, frutos, tubérculos, etc son ricos en nitrógeno y pobres en carbono. Los restos vegetales más adultos como troncos, ramas, tallos, etc son menos ricos en nitrógeno.

Abonos verdes, siegas de césped, malas hierbas, etc.

Las ramas de poda de los frutales. Es preciso triturarlas antes de su incorporación al compost, ya que con trozos grandes el tiempo de descomposición se alarga.

Hojas. Pueden tardar de 6 meses a dos años en descomponerse, por lo que se recomienda mezclarlas en pequeñas cantidades con otros materiales.

Restos urbanos. Se refiere a todos aquellos restos orgánicos procedentes de las cocinas como pueden ser restos de fruta y hortalizas, restos de animales de mataderos, etc.

Estiércol animal. Destaca el estiércol de vaca, aunque otros de gran interés son la gallinaza, conejina o sirle, estiércol de caballo, de oveja y los purines.

Complementos minerales. Son necesarios para corregir las carencias de ciertas tierras. Destacan las enmiendas calizas y magnésicas, los fosfatos naturales, las rocas ricas en

potasio y oligoelementos y las rocas síliceas trituradas en polvo.

Plantas marinas. Anualmente se recogen en las playas grandes cantidades de fanerógamas marinas como *Posidonia oceánica*, que pueden emplearse como materia prima para la fabricación de compost ya que son compuestos ricos en N, P, C, oligoelementos y biocompuestos cuyo aprovechamiento en agricultura como fertilizante verde puede ser de gran interés.

Algas. También pueden emplearse numerosas especies de algas marinas, ricas en agentes antibacterianos y antifúngicos y fertilizantes para la fabricación de compost.

Aplicaciones del compost

Según la época en la que se aporta a la tierra y el cultivo, pueden encontrarse dos tipos de compost:

Compost maduro. Es aquel que está muy descompuesto y puede utilizarse para cualquier tipo de cultivo pero para cantidades iguales tiene un valor fertilizante menos elevado que el compost joven. Se emplea en aquellos cultivos que no soportan materia orgánica fresca o poco descompuesta y como cobertura en los semilleros.

Compost joven. Está poco descompuesto y se emplea en el abonado de plantas que soportan bien este tipo de compost (patata, maíz, tomate, pepino o calabaza).

La elaboración de mantillo o compost está indicada en los casos en que la transformación de restos de cosechas en el mismo lugar es complicada, debido a que:

Existe una cantidad muy elevada de restos de la cosecha anterior, que dificultan la implantación del cultivo siguiente.

Se trata muchas veces de residuos muy celulósicos, con una relación C/N

alta, lo que se traduce en un bloqueo provisional del nitrógeno del suelo.

Se trata de suelos con escasa actividad biológica y en los que el proceso de humificación va a resultar lento.

Abonos orgánicos

Son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas. Estos pueden consistir en residuos de cultivos dejados en el campo después de la cosecha; cultivos para abonos en verde (principalmente leguminosas fijadoras de nitrógeno); restos orgánicos de la explotación agropecuaria (estiércol, purín); restos orgánicos del procesamiento de productos agrícolas; desechos domésticos, (basuras de vivienda, excretas); compost preparado con las mezclas de los compuestos antes mencionados.

Esta clase de abonos no sólo aporta al suelo materiales nutritivos, sino que además influye favorablemente en la estructura del suelo. Asimismo, aportan nutrientes y modifican la población de microorganismos en general, de esta manera se asegura la formación de agregados que permiten una mayor retentividad de agua, intercambio de gases y nutrientes, a nivel de las raíces de las plantas.

Beneficios del uso de abonos orgánicos

Los terrenos cultivados sufren la pérdida de una gran cantidad de nutrientes, lo cual puede agotar la materia orgánica del suelo, por esta razón se deben restituir permanentemente. Esto se puede lograr a través del manejo de los residuos de cultivo, el aporte de los abonos orgánicos, estiércoles u otro tipo de material orgánico introducido en el campo.

El abonamiento consiste en aplicar las sustancias minerales u orgánicas al suelo con el objetivo de mejorar su capacidad nutritiva, mediante esta práctica se distribuye en el terreno los elementos nutritivos extraídos por los cultivos, con el propósito de mantener una renovación de los nutrientes en el suelo. El uso de los abonos orgánicos se recomienda especialmente en suelos con bajo contenido de materia orgánica y degradada por el efecto de la erosión, pero su aplicación puede mejorar la calidad de la producción de cultivos en cualquier tipo de suelo.

La composición y contenido de los nutrientes de los estiércoles varía mucho según la especie de animal, el tipo de manejo y el estado de descomposición de los estiércoles. La gallinaza es el estiércol más rico en nitrógeno, en promedio contiene el doble del valor nutritivo del estiércol de vacuno.

Estiércol

Los estiércoles son los excrementos de los animales que resultan como desechos del proceso de digestión de los alimentos que consumen. Generalmente entre el 60 y 80% de lo que consume el animal lo elimina como estiércol.

La estimación de la cantidad producida por un animal puede hacerse de la siguiente manera:

$\text{Peso promedio del animal} \times 20 =$
cantidad de estiércol/animal/año

La calidad de los estiércoles depende de la especie, del tipo de cama y del manejo que se le da a los estiércoles antes de ser aplicados.

El contenido promedio de elementos químicos es de 1,5% de N, 0,7% P y 1,7% K.

Los estiércoles mejoran las propiedades biológicas, físicas y químicas de los suelos, particularmente cuando son utilizados en una cantidad no menor de 10//ha al año, y de preferencia de manera diversificada.

Para obtener mayores ventajas deben aplicarse después de ser fermentados, y de preferencia cuando el suelo está con la humedad adecuada.

Compost

Es un abono natural que resulta de la transformación de la mezcla de residuos orgánicos de origen animal y vegetal, que han sido descompuestos bajo condiciones controladas. Este abono también se le conoce como "tierra vegetal" o "mantillo". Su calidad depende de los insumos que se han utilizado (tipo de estiércol y residuos vegetales), pero en promedio tiene 1,04% de N, 0,8% P y 1,5% K. Puede tener elementos contaminantes si se ha utilizado basura urbana.

Cuando se usa estiércol de vacuno estabulado (leche o engorde) existen riesgos de problemas por sales. En estos casos se debe utilizar una cantidad reducida de estiércol y abundante paja. Es muy apreciado en los viveros, para realizar diversos tipos de mezclas con arena y tierra de chacra que sirven para realizar almácigos de hortalizas, flores, arbustos o árboles.

Efectos del compost en el suelo

Estimula la diversidad y actividad microbial en el suelo.

Mejora la estructura del suelo.

Incrementa la estabilidad de los agregados.

Mejora la porosidad total, la penetración del agua, el movimiento a través del suelo y el crecimiento de las raíces.

La actividad de los microbios presentes en el compost reduce la de los microbios patógenos a las plantas

como los nemátodos. Contiene muchos macro y micronutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. Provoca la formación de humus, complejo más estable de la materia orgánica que se encuentra sólo en el suelo y es el responsable de su fertilidad natural.

El proceso de compostaje

Los materiales que podemos usar para la preparación del compost son:

Restos de cosecha
Desperdicios de cocina
Estiércol de todos los animales
Ceniza o cal

Estos materiales se acumulan en capas en forma intercalada; la primera capa estará constituida por restos de cosecha más los desperdicios de cocina, la siguiente capa será de estiércol, luego otra capa de restos de cosecha y otra capa de estiércol y así sucesivamente formando una ruma o pila de 1,5 metros de alto. Sobre cada capa de estiércol se puede colocar un puñado de ceniza o cal.

Para lograr que los microorganismos trabajen eficientemente en el proceso de descomposición se requiere suministrar aire para lo cual se debe hacer lo siguiente:

Remover la pila del compost semanalmente. Evitar que la pila sea demasiado grande, lo recomendable es 2 m de ancho y 1,5 m de alto. Regar para mantener una humedad óptima (60-70% de humedad). Ubicar las pilas de preferencia en la sombra.

Consideraciones a tener en cuenta

Al momento de instalar la compostera debe elegirse un lugar sombreado, en caso contrario la pila deberá cubrirse con paja o rastrojo con la finalidad de

no perder la humedad, de este modo facilitar el proceso de descomposición.

Para obtener un compost óptimo, es necesario garantizar una buena descomposición de los materiales o desechos orgánicos, esto permitirá matar las semillas de las malas hierbas, agentes patógenos, esporas de hongos y bacterias que causan enfermedades a las plantas cultivadas.

Cuando se utiliza estiércol de vacuno estabulado existen riesgos de problemas por sales, en estos casos se recomienda utilizar una cantidad reducida de estiércol y paja. Este compost es muy apreciado en los viveros, para realizar diversos tipos de mezclas con arena y tierra que sirven para realizar almácigos de hortalizas, flores, arbustos y árboles.

El compost a utilizar debe ser homogéneo y no debe notarse el material de origen que ha sido utilizado al inicio de la preparación, además debe tener un olor parecido a la tierra de los bosques y la temperatura en el montón no debe ser diferente a la temperatura del ambiente.

Cuando se usa el compost fresco los microorganismos del suelo explotan los nutrientes muy rápido y las raíces de las plantas pueden asimilarlas inmediatamente, de esta manera sólo se favorece a la planta pero no se contribuye a mejorar la estructura del suelo. En cambio, cuando el compost es más viejo, los nutrientes, especialmente el nitrógeno, están fijados en la fracción húmica y los microorganismos del suelo tienen que explotarla lentamente y durante un tiempo más largo. Este compost es bueno para cultivos de largo periodo vegetativo y mejora la estructura del suelo.

Aplicación del compost

Se aplica al voleo, en el trigo, cebada, pasto, en la preparación de camas de

hortalizas y en forma localizada en el cultivo de papa, maíz y frutales. Por lo menos debemos abonar el suelo con compost una vez por año, pero si tenemos cantidades pequeñas conviene aplicarlas varias veces al año. Es recomendable que la cantidad aplicada no sea menor de 6 toneladas por hectárea (más o menos 3 palas por metro cuadrado). Las cantidades también dependen de los cultivos que tenemos.

Resulta conveniente incorporar el compost al momento de preparar el suelo, pero hay que evitar enterrarlo a más de 15 cm. También podemos echar la mitad del compost en el momento de la preparación del suelo y la otra mitad aplicar en los huecos donde se planta o en las líneas donde de siembra.

Requerimiento de compost

De acuerdo a las exigencias del cultivo, teniendo la disponibilidad de compost y la fertilidad del suelo, se recomienda aplicar las siguientes cantidades de acuerdo a los cultivos variando de 3 a 6 toneladas por hectárea.

Abonos verdes

El abonamiento verde es una práctica que consiste en cultivar plantas, especialmente leguminosas o gramíneas, luego son incorporados al suelo en estado verde, sin previa descomposición, con el propósito de mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, restableciendo y mejorando su fertilidad natural. Es recomendable utilizar mezclas de cultivos para utilizar, los como abonos verdes, porque mientras las leguminosas aportan nitrógeno, las gramíneas mejoran el contenido de materia orgánica.

Importancia de los abonos verdes

Al descomponerse, los abonos verdes dan lugar a una serie de reacciones

bioquímicas que incrementan la actividad microbiana del suelo, fomentando una mayor cantidad y diversidad de microorganismos, que se encarga de la mineralización de los elementos nutritivos. También, cuando son incorporados al suelo, favorecen la actividad de los microorganismos como hongos y bacterias que descomponen la celulosa, las que a su vez refuerzan con sus secreciones la consistencia de los agregados del suelo, que son necesarios para el correcto equilibrio del agua y del aire en el suelo.

Ventajas de la incorporación de abonos verdes al suelo

Aumenta el contenido de materia orgánica del suelo, especialmente cuando son incorporadas mezclas de plantas.

Aumenta la disponibilidad de macro y micronutrientes en el suelo, en forma asimilable para las plantas.

Permite elevar el pH del suelo principalmente por la acción de las leguminosas.

Incrementa la capacidad de reciclaje y movilización de los nutrientes poco solubles.

Mejora la estructura del suelo y su capacidad de retención de agua.

Permite una buena cobertura vegetal, reduciendo la erosión.

Favorece la actividad de los microorganismos del suelo.

Favorece la restitución del fósforo y potasio al suelo.

Genera también beneficios complementarios, por que pueden ser usados como forraje y por la abundante floración de las plantas son aprovechados por las abejas.

Características deseables de los abonos verdes

Las especies que se cultivan para abono verde deben llegar a producir abundante biomasa, es decir generar gran cantidad de raíces, tallos, hojas, flores, semillas, etc.; los cuales deben ser de fácil descomposición.

Por esta razón se recomienda que estos cultivos tengan raíces profundas, las cuales, al alcanzar mayores profundidades del suelo, captarán los nutrientes lixiviados por el agua y que se encuentren en dichas capas u horizontes, llevándolos hacia la superficie y poniéndolos a disposición de las plantas.

Las plantas a usar como abono verde deben ser de un corto periodo vegetativo, se recomienda de dos a tres meses. Esta característica permitirá que el follaje del cultivo brinde una rápida protección al suelo, favoreciendo el control de las malezas por efecto de sombreamiento.

Es preferible usar plantas leguminosas para abonos verdes, ya que estas plantas en sus raíces se asocian con unas bacterias llamadas *Rhizobium*, formando nódulos, que tienen la capacidad de fijar nitrógeno del aire y ponerlo a disposición de las plantas. Otros cultivos que pueden elegirse como abonos verdes, pueden ser aquellos que tengan afinidad con las micorrizas, que son microorganismos que están presentes en el suelo y se encargarán de movilizar el fósforo, que es un elemento esencial para los cultivos.

Los cultivos utilizados como abono verde deben adaptarse y desarrollarse bajo condiciones mínimas de humedad y fertilidad, es decir deben ser capaces de desarrollar en suelos pobres. Asimismo, estos cultivos deberán aprovechar la humedad residual del suelo y ser menos exigentes en agua.

Mezclas de cultivos para abonos verdes

La mezcla de cultivos para abonos verdes generalmente da mejores resultados que un solo cultivo.

Entre las principales ventajas tenemos:

mayor resistencia a plagas y enfermedades, mejor cobertura del suelo y mejor enraizamiento en diferentes capas del suelo. Se recomienda asociar especies de plantas de diferentes familias (gramíneas, leguminosas, etc.), para obtener la mayor diversidad posible, de tal manera que se genere una abundante biomasa tanto en la parte aérea como dentro del suelo.

Descomposición de los abonos verdes

La descomposición ocurre con presencia de aire (aeróbica), de ahí que se recomienda enterrar la masa verde superficialmente. Para facilitar la descomposición de ésta, es necesario que el suelo tenga una humedad adecuada.

Esta materia orgánica incorporada y mezclada con el suelo, en presencia de aire y agua, empieza a descomponerse, en un proceso en el que participan activamente una serie de microorganismos del suelo y que depende además de la temperatura.

El tiempo de descomposición de estos materiales es variable, se estima que puede durar como mínimo unos 90 días, tiempo a partir del cual se producen una serie de cambios físicos, químicos y biológicos, en la que finalmente se tendrán nutrientes disponibles para los nuevos cultivos que se conduzcan.

Métodos aplicación abonos orgánicos

Los mejores rendimientos se obtienen con la aplicación de abono verde al voleo en niveles de 5 a 10 toneladas por hectárea. La respuesta al estiércol fue de tipo lineal, con un incremento en

el rendimiento de 0.8 toneladas por cada tonelada incorporada. Los mayores rendimientos (26.6 t/ha) se obtienen con las combinaciones de abono verde al voleo y estiércol en la proporción de 5-10 y con la aplicación al surco, (24.8 t/ha).

Formas de aplicación

No localizado

Al voleo: pastos, arroz

Localizados:

• **Banda lateral** (cultivos establecidos con poca distancia entre plantas.

Círculo (árboles y arbustos).

Semicírculo (árboles y arbustos en pendiente

Incorporados

No localizado: (enmiendas, pastos en siembra).

Fondo o al lado del surco.

Fondo del hoyo (durante la siembra).

Desde el punto de vista científico esta aún por demostrar la producción ecológica aporta alimentos de mejor calidad general, si bien si esta demostrado su menor contenido de contaminantes.

Peligros químicos.

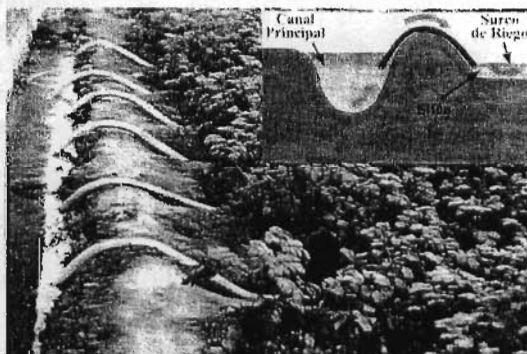
Este tipo de productos tiene concentraciones menores de residuos de plaguicidas. Al usarse algunos plaguicidas de síntesis presentará mayores cantidades de residuos, pero en todo caso será siempre menor a los de la producción convencional. En todo caso ninguno de estos productos se puede considerar libre de residuos de plaguicidas, dado que estos se encuentran en el medio de desarrollo de todos los cultivos. Según informes técnicos el contenido de nitratos en producción ecológica es significativamente menor que la convencional, dado que no se usan

nitratos solubles en la fertilización. De nuevo es previsible que se sitúe en valores intermedios.

En cuanto a la calidad organoléptica los estudios realizados son contradictorios, y en general no se encuentran diferencias importantes entre ambos métodos.

Se han realizado estudios variados sobre composición de alimentos y sus propiedades funcionales. Así en un estudio el trigo convencional tenía mayor contenido de proteínas que el orgánico, lo que era bueno para la cocción del pan. En otro estudio se indicaba que el pan elaborado con trigo orgánico se doraba mejor por su mayor contenido en alfa amilasa y azúcar.

Métodos de irrigación



Los sifones mejoran la eficiencia del riego por gravedad por cuanto pueden hacer innecesarios los canales auxiliares y permiten controlar el volumen de agua que ingresa al surco. Los sifones son mangueras cortas a las

que se les confiere la forma conveniente de acuerdo a la forma y longitud que existe entre el canal principal y el surco de riego

Existen tres métodos básicos de riego

Por gravedad, que puede ser por:

1-Inundación superficial o humidificación parcial mediante el cultivo en surcos

2- Aspersión

3- Por goteo y microirrigación

Todos estos métodos, pero en especial el primero, suponen un trabajo previo importante de preparación del suelo y efectos posteriores inherentes a su funcionamiento.

Riego por gravedad

La forma más simple de riego consiste en la inundación de las tierras dejando que el agua sea guiada exclusivamente por la pendiente del terreno, a manta (*wild-flooding*). Sin embargo, este método de riego es el más ineficiente; se estima que más de 50% del agua se pierde por filtraciones lejos de las raíces de las plantas o por fugas fuera de los campos regados. Para corregir estas ineficiencias el método más socorrido es el de la nivelación previa de los terrenos a regar. Los métodos modernos implican nivelaciones cuidadosas con la remoción de tierra, que puede ser de elevadas cantidades por hectárea, el cálculo y diseño de las gradientes para permitir la distribución y percolación uniforme del agua por sobre todo el terreno. La nivelación no sólo disminuye el consumo de agua, sino que además reduce los riesgos de anegamiento y de erosión y contribuye al mayor rendimiento por unidad de tierra cultivada.

Con este método prácticamente la totalidad de la superficie es inundada

en el momento del riego. En condiciones ecológicas y climáticas diferentes, se recurre en cambio a un sistema de surcos, cuyo gradiente es cuidadosamente planeado y el flujo de agua controlado. En este caso los campos se mojan sólo parcialmente, se tienen extensas superficies corrugadas, onduladas, con delgadas filas paralelas de plantas más o menos espaciadas, dependiendo del tipo de cultivo, que parten de zanjas superiores.

En los casos de riego por aspersión, el agua es rociada sobre los cultivos como una fina lluvia. En estos casos, los trabajos de nivelación son menos importantes, el sistema se adapta a terrenos ondulados, más o menos profundos o porosos que impiden una distribución de agua por los métodos tradicionales de riego superficial. El sistema permite un riego mucho más uniforme que por gravedad, la eficiencia se eleva a casi 70%. En este caso las pérdidas se deben a la evaporación, en particular en zonas muy secas o muy ventosas, las modificaciones de la aspersión clásica por la conducción del agua hasta muy cerca de las plantas mediante tuberías plásticas que caen verticalmente de los brazos de un pivote. Este sistema ahorra además entre 20% y 30% de energía respecto al sistema clásico de aspersión. Se estima que estas mejoras permiten elevar la eficiencia a más de 90%.

El impacto sobre el ecosistema depende en gran medida de si el sistema de aspersión es fijo o móvil.

La combinación de un pivote central de distribución y brazos rotatorios definen un patrón de círculos verdes, amarillos u ocres, dependiendo de la estación, sobre el fondo de colores típicos del paisaje original.

Los sistemas de riego por goteo y microrriego consisten en extensas redes de tuberías plásticas de diámetro reducido que conducen en forma

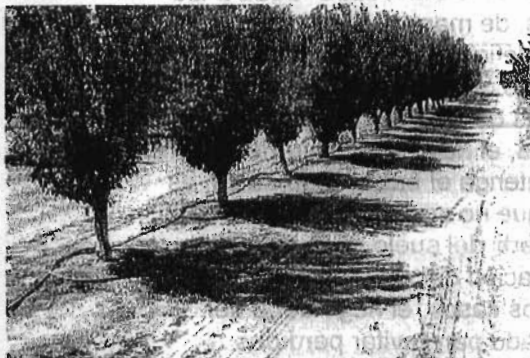
controlada pequeños flujos de agua directamente a la planta mediante surtidores laterales y verticales. Estos sistemas no necesitan grandes trabajos de preparación y nivelación de tierras, se adaptan a diferentes topografías, laderas, terrenos profundos, con escasa pendiente u ondulados, así como a diversos tipos de suelos, desde aquellos arenosos a los con abundantes piedras y rocas. Es una forma de riego particularmente conveniente para los cultivos de hortalizas y frutales. Las pérdidas por filtraciones o por evaporación se reducen apreciablemente, se estima que el ahorro de agua es de 20% a 25% respecto al riego por aspersión y de 40% a 60% respecto a los riegos por gravedad.

Riego por Goteo

El goteo, es un sistema de riego de baja presión que funciona mediante gotas de agua que son transportadas directamente a las raíces de las plantas por medio de tubos plásticos, pasando por una serie de emisores calibrados. Con el riego por goteo prácticamente no hay pérdidas por evaporación, también se utiliza menos agua para regar porque estará regando solo la zona de las raíces de las plantas que es lo que se desea regar, sin desperdiciar agua regando las malezas vecinas al mismo tiempo. En cierto sentido, el riego por goteo ayuda a maximizar el uso del agua, logrando más con menos agua, siendo un sistema no muy costoso y sencillo de instalar. Es posible instalar un sistema de riego por goteo en un jardín de 15 por 30 metros en un par de horas, regando hasta 1000 m² a la vez con una simple manguera de jardín. La modalidad de riego por goteo se ha convertido en los últimos años el tipo de riego más eficiente y económico a largo plazo en todo el mundo. Permite una mejor utilización del agua, y permite controlar a la perfección los fertilizantes a utilizar, así como suministrar la cantidad de agua exacta requerida por el cultivo en todo

momento. Además, es posible automatizar todo el sistema, con lo cual se reducen los costos de mano de obra al mínimo. El objetivo fundamental del riego es el de suministrar agua a los cultivos, de manera que estos no sufran déficit hídrico en ningún momento que pudieran ocasionar pérdidas de producción cosechable. Además, el riego debe garantizar que se mantenga el balance de sales; es decir, que no se acumulen en exceso en el perfil del suelo como resultado de la aplicación del agua de riego. En todos los casos, el riego debe ser controlado para evitar pérdidas excesivas que se traduzcan en problemas medioambientales o en un consumo innecesario que incremente los costos de la explotación y, por tanto, las posibilidades de mejorar su manejo para hacerlo más eficiente. Un sistema de riego debe distribuir el agua uniformemente en toda la superficie regada, de manera que todas las plantas reciban la misma cantidad y esta sea la adecuada para satisfacer las necesidades hídricas del cultivo durante el intervalo entre riegos. En la práctica es muy difícil que un sistema opere con una uniformidad perfecta, pero para minimizar esta deficiencia se pueden usar reguladores de presión que controlen el caudal de salida o modificar el diámetro de las tuberías o la longitud de las mismas para conseguir en todos los puntos (nodos) de la red las mismas fuerzas de llegada del agua (o por lo menos bastante próximas). Esta forma de riego se considera como la más eficiente entre las diferentes tecnologías avanzadas de aplicación de agua y fertilizantes (fertirriego o fertigación). Los sistemas de riego por goteo requieren una inversión de dinero y de tiempo, pero una vez instalados, son más convenientes que regar a mano y usan menos agua. Se puede instalar un sistema que suministra las necesidades precisas de cada planta, y luego alterarlo a través del verano a medida que cambien las necesidades de las plantas. Igual que con los otros métodos de riego, el objetivo con estos

sistemas es regar con poca frecuencia pero profundamente. Típicamente, se riega una o dos veces a la semana (1 o 2 horas cada vez).



Riego por goteo

Riego por aspersión

Para este sistema de irrigación, se pueden seleccionar el tipo de aspersor o rociador, dependiendo del tipo de cultivo y de la disponibilidad de agua. Estos, pueden ir desde microaspersores, que trabajan con presiones y caudales muy pequeños hasta grandes cañones que cubren áreas significativas.

Definición de la obra

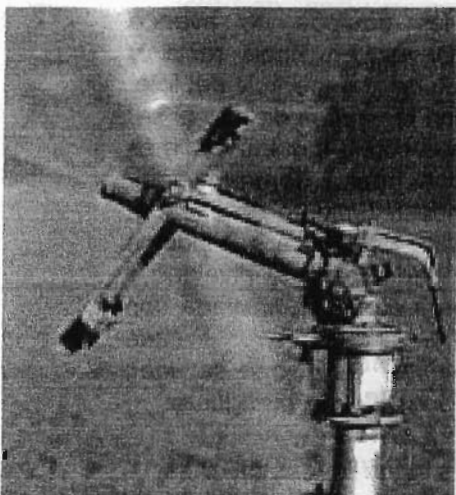
El sistema de riego por aspersión consiste en la aplicación de agua al suelo en forma de llovizna, producida por la precipitación ocasionada por chorros de agua emitidos por aspersores. En este sistema, el agua se distribuye a presión mediante una red de tuberías, que la conducen hasta las tuberías laterales que llevan insertados los aspersores, por los cuales sale en forma de chorros, a través de los orificios que constituyen los puntos de emisión de los aspersores.

En este sistema de riego, el agua se distribuye por el aire, mediante chorros de agua que dan diámetros de mojado superiores a los 3 m y hasta 150 m, dependiendo del modelo del aspersor utilizado.

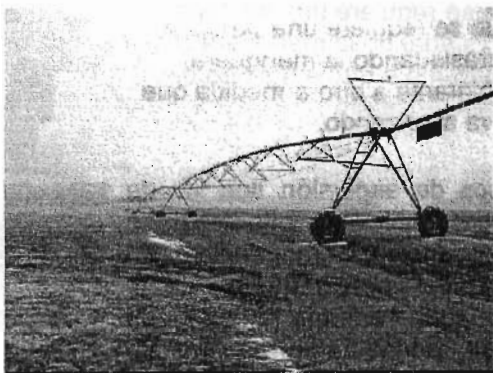
Este sistema es muy versátil; permite regar desde jardines y parques (landscape) hasta grandes predios agrícolas, para lo cual, se utilizan aspersores de rocío (spray sprinklers) y grandes cañones (big gun sprinklers), y aspersores gigantes (giant sprinklers), respectivamente.



Spray sprinklers



Big gun sprinklers



Giant sprinklers o pivote central



Riego por avance lateral

Permite una distribución uniforme y controlada de los caudales aplicados, aún en terrenos de topografía irregular, ondulados y de fuerte pendiente. La conducción del agua por tuberías resuelve los inconvenientes del trazado de canales en terrenos irregulares, no produce pérdidas de agua y ocupa menos terrenos productivos.

Este sistema es ideal para ciertas condiciones de suelo y cultivos en los que prácticamente no hay otra opción de riego. Puede utilizarse en cualquier tipo de suelo con limitaciones para el uso de métodos tradicionales de riego. En sistemas bien diseñados, su uso no representa riesgos de erosión ni necesidad de corregir el microrelieve. Se puede regar eficientemente suelos pesados y suelos con alta velocidad de infiltración, tales como los de textura media a gruesa, o suelos poco profundos, especialmente cuando se trata de cultivos de alta densidad como cereales y pastos.

Permite aplicar fertilizantes y pesticidas con el agua de riego, lo que se traduce en un ahorro de mano de obra en esas labores, además de una eficiente distribución de productos químicos solubles en agua y que sean de aplicación foliar.

También puede ser ventajoso para ciertos cultivos el hecho que proporcione un ambiente húmedo, lo que impide la deshidratación del tejido joven y, en otros casos, favorece la maduración de algunos frutos.

Las principales ventajas del riego por aspersión son las siguientes:

La eficiencia del riego por aspersión es alta (70 a 85%), en consecuencia se requiere menor cantidad de agua por unidad de superficie y es posible aplicarla de acuerdo a las necesidades de las plantas. Esto es importante cuando el factor limitante para una agricultura intensiva es el agua.

Este sistema de riego puede ahorrar muchos costos de nivelación de suelos, además, tiene la ventaja que normalmente gran parte del equipo es reutilizable en una explotación y existen grados crecientes de automatización de la operación del sistema, dependiendo del tipo de equipo.

El sistema de riego por aspersión permite aprovechar el agua de riego de

día y de noche, sin necesidad de supervisión continua.

En general sus ventajas sobre otros sistemas de riego son: la fácil operación, su adaptación a las características del terreno, alta eficiencia, economía del agua y posibilidad de regular la intensidad de la precipitación al tipo de suelo.

Cualquiera sea el equipo utilizado en aspersión, es importante controlar la presión y la deriva para asegurar una buena distribución del agua. Por eso es conveniente regar, por la noche, o en horas sin viento pero si esto no es posible, se puede disminuir el espaciamiento entre aspersores y agrandar el diámetro de las boquillas de acuerdo a la capacidad de infiltración del suelo.

Dentro de los sistemas de riego por Aspersión Automatizado los más usados son los equipos de Pivote Central y de Avance Lateral.

El equipo de Pivote Central está formado básicamente por una tubería conductora de agua elevada a 5 metros y sostenida por torres móviles cada 50 metros. Estas torres poseen motores para dar movimiento a las ruedas y en la parte superior paneles eléctricos que comandan la alineación de las torres ya que este equipo riega describiendo un círculo. Los aspersores se ubican en bajadas de diferentes longitudes según el cultivo a regar. Deben estar perfectamente graduados ya que los ubicados más cerca de la torre central, donde se realiza el abastecimiento de agua, riegan una superficie sustancialmente menor que los de los extremos.

La principal ventaja de este equipo es su alto grado de automatización que implica un mínimo requerimiento de mano de obra. A la vez, como riega en círculos, implica un desperdicio en la superficie del suelo de alrededor del 20%.

En cambio los equipos de avance lateral se mueven en línea recta y riegan el 100% de la superficie del lote. Además, tienen la ventaja de que al ser todos los aspersores iguales es más fácil lograr una buena homogeneidad de riego. El abastecimiento de agua se realiza en forma lateral, ya sea por un canal abierto perfectamente nivelado o a través de una cañería enterrada con salidas de agua cada aproximadamente 400 m que se unen al equipo a través de una manguera.

Esta última es la forma más utilizada, pero tiene la desventaja de encarecer el equipo y demandar mayor mano de obra ya que se requiere una persona que vaya trasladando la manguera desde un hidrante a otro a medida que el equipo va avanzando.

Los equipos de aspersión son los de mayor inversión inicial pero le aseguran una alta eficiencia y homogeneidad en la aplicación del riego lo que implica un ahorro de agua, energía y mano de obra que se traduce en un menor costo operativo.

Las limitaciones de este método de riego presurizado son las siguientes:

La principal limitación del riego por aspersión es su alto costo de inversión inicial en relación a métodos de riego poco tecnificados, pero no así en cuanto a riegos localizados, que a veces pueden ser alternativos y son normalmente más caros. En algunos casos, los equipos de bombeo no son necesarios cuando existen caídas de agua o canales situados a niveles muy superiores al de los terrenos a regar.

Si bien el riego por aspersión se puede utilizar en una amplia gama de condiciones de suelo, topografía y cultivo, se debe tener en cuenta factores climáticos como vientos y altas temperaturas para determinar la verdadera utilidad técnica del equipo de riego, especialmente cuando se riegan cultivos anuales o frutales sobre la copa de los árboles.

El riego por aspersión no es un sistema apropiado para zonas con vientos fuertes o persistentes, ya que en esas condiciones se distorsiona el modelo de riego calculado, disminuyendo por consiguiente su efectividad. En general, velocidades de vientos superiores a 2,5 m/seg hacen no recomendable el riego por aspersión y velocidades entre 1 y 2,5 m/seg lo hacen poco recomendable.

Las pérdidas de agua por evaporación en un sistema de riego por aspersión están en función de la temperatura y de la velocidad de los vientos. El efecto de los vientos fuertes y persistentes, en un clima de altas temperaturas, origina considerables pérdidas que se deben contemplar en la elección del sistema de riego. Así por ejemplo, en condiciones de vientos con una velocidad de 2 m/seg y temperaturas de 25.0°C, se origina una pérdida de agua de un 10% sobre el volumen aplicado. Por lo tanto, no es recomendable utilizar los equipos de riego por aspersión ya instalados, durante las horas del día en que haya viento.

La condición de humedad puede resultar desventajosa en determinadas condiciones, puesto que propicia un

ambiente óptimo para el desarrollo de enfermedades.

Es necesaria una mayor coordinación para fijar los períodos de riego y los de fumigaciones.

El riego por aspersión tiene menor precisión en la entrega de agua comparado con otros métodos de riego. Además, se producen pérdidas de agua en los deslindes de los predios, mojando los caminos y predios vecinos, especialmente cuando las parcelas son angostas.

La aspersión requiere mayor presión de funcionamiento comparado con otros sistemas presurizados, lo que trae consigo más consumo de energía por metro cúbico (m^3) de agua aplicada. Sin embargo, en los últimos años se ha observado una tendencia a bajar la demanda de energía en los sistemas de aspersión, asimilando el consumo, en algunos casos, a los otros sistemas de riego presurizados.

En terrenos de fuerte pendiente y con baja velocidad de infiltración, el método de riego por aspersión tiene desventajas sobre los métodos de riego localizado, dado que aumenta mucho el escurrimiento superficial.

La calidad de las aguas puede convertirse en una limitante del método, dados los efectos de las sales sobre el follaje.

También es una desventaja en relación a otros métodos menos tecnificados, que se deba disponer necesariamente de caudales continuos.

Características de la obra física

En primer término se describirán los componentes del sistema y a continuación los tipos de sistemas.

que pueden ser accionadas a mano o con tractor.

Componentes del Sistema

Los componentes del sistema de riego por aspersión son los siguientes:

- ☐ Unidad de Bombeo
- ☐ Tuberías
- ☐ Aspersores
- ☐ Equipos Auxiliares
- ☐ Accesorios

Unidad de Bombeo

La unidad de bombeo de un sistema de riego por aspersión es una instalación con equipos de elevación mecánica que tiene por objeto aspirar el agua desde la fuente elegida e impulsarla a la red de tuberías.

Dado que para el funcionamiento de los aspersores se requiere carga hidráulica, la motobomba crea la presión necesaria para ello, como así también para compensar las pérdidas de carga en las tuberías. Esta parte del sistema se omite cuando la fuente de agua está a una elevación tal, que la energía para el funcionamiento eficiente del equipo de riego por aspersión es provista por el desnivel topográfico.

Para el riego por aspersión se emplean bombas centrífugas de eje horizontal y bombas de eje vertical. El motor puede ser eléctrico o a combustión interna, conjuntamente con la bomba. El equipo motobomba puede ser fijo o móvil. La motobomba fija se emplea cuando se eleva agua del sub-suelo o en una estación de bombeo de un cauce superficial. En tal caso, al calcular la potencia necesaria, se debe tener en cuenta no sólo el desnivel geométrico, sino también la presión de operación de los aspersores y las pérdidas de carga en el sistema.

La motobomba móvil se cambia de ubicación en cada riego, montándola sobre ruedas de hierro o neumáticas

Tuberías

Las tuberías de un sistema de riego por aspersión permiten conducir el agua a presión desde la unidad de bombeo hasta los aspersores. Estas tuberías se pueden clasificar de acuerdo a su importancia en la red de distribución en los siguientes tipos:

- ☐ Tuberías Principales
- ☐ Tuberías Secundarias
- ☐ Tuberías Laterales

Las tuberías principales o matrices conducen agua desde la unidad de bombeo hasta los puntos de distribución que dividen los sectores de riego.

Las tuberías principales se instalan fijas o móviles, dependiendo del tipo de sistema de riego por aspersión a utilizar. Sin embargo, comúnmente se colocan fijas a fin de utilizar menos mano de obra en la operación del sistema. Las tuberías fijas, por lo general, van enterradas. Estas tuberías fijas son generalmente metálicas (acero protegido o galvanizado), plásticas (polietileno o PVC), de asbesto cemento o de concreto reforzado.

Las tuberías principales son, por lo general, de mayor diámetro que las secundarias y laterales.

Las tuberías secundarias conducen el agua desde la tubería principal hasta los puntos en que se derivan las tuberías laterales de distribución.

En las tuberías secundarias hay habitualmente derivaciones en gran número, a intervalos regulares y relativamente próximos, que corresponden a las salidas de tuberías laterales. Estas tuberías se instalan fijas o móviles, dependiendo del tipo de sistema de riego por aspersión a utilizar.